REAL ACADEMIA DE CULTURA VALENCIANA

MATERIALS POLIMÈRICS I LA SOCIETAT VALENCIANA

DISCURS LLEGIT EL DIA 11 D'ABRIL DE 2024 EN EL SEU INGRÉS COM ACADÈMIC DE NÚMERO PER

ILMO. SR. EN BERNARDO CELDA I MUÑOZ

I RESPOSTA DE L'ACADÈMIC DE NÚMERO DE LA REAL ACADÈMIA DE CULTURA VALENCIANA

ILMO. SR. EN JOSÉ FRANCISCO BALLESTER-OLMOS I ANGUÍS

REAL ACADÈMIA DE CULTURA VALENCIANA

VALÉNCIA
2024

REAL ACADÈMIA DE CULTURA VALENCIANA

MATERIALS POLIMÈRICS I

LA SOCIETAT VALENCIANA

DISCURS LLEGIT EL DIA 11 D'ABRIL DE 2024 EN L'INGRÉS COM ACADÈMIC DE NÚMERO PER

ILMO. SR. EN BERNARDO CELDA I MUÑOZ

I RESPOSTA DE L'ACADÈMIC DE NÚMERO DE LA REAL ACADÈMIA DE CULTURA VALENCIANA

ILMO. SR EN JOSÉ FRANCISCO BALLESTER-OLMOS I ANGUÍS

REAL ACADÈMIA DE
CULTURA VALENCIANA

VALÉNCIA

2024

ÌNDEX

1.- Introducció	3
2.- Justificació Materials Polimèrics	6
3.- Tipos de Materials Polimèrics, processat i reciclage	10
3.1.- Monòmers	10
3.2.- Termoplàstics i Termoestables	11
3.3.- Fibres	13
3.4.- Transformació i producció de plàstics	16
3.5.- Reciclage	19
4.- Edat del Plàstic	24
5.- Senyes històriques generals dels materials polimèrics	27
5.1- Producció global i europea de materials polimèrics	31
6.- Productes per a la síntesis de polimers	44
7.- Indústria textil en la Comunitat Valenciana	45
8.- Plàstics i joguets en la Comunitat Valenciana	52
9.- Caucho i calçer en la Comunitat Valenciana	61
10.- Envasos i embalages	65
11.- Macromolècules biològiques	68
12.- Conclusions	72
13.- Bibliografia	74
Discurs de Resposta de l'Acadèmic Prof. José F. Ballester-Olmos i Anguís	76

MATERIALS POLIMÉRICS I LA SOCIETAT VALENCIANA

Excelentíssim Senyor Decà,

Ilustríssims Senyors Acadèmics,

Distinguides Autoritats,

Patrons i Amics de la Real Acadèmia de Cultura Valenciana

Senyores i senyors, amigues i amics,

1.- Introducció

Estic ací davant de tots vostes en uns dels actes més emocionants que he vixcut i possiblement vaja a poder gojar en el futur, l'ingrés en la Real Acadèmia de Cultura Valenciana (RACV), a la que voldria agrair l'enorme condescendència cap a la meua persona i als meus molt llimitats mèrits, lo que resulta evident, sencillament revisant la brillant nòmina de magnífics Acadèmics d'esta extraordinària institució. Considere un deure, fer evident manifest de la meua enorme gratitut als acadèmics que varen propondre la meua candidatura, en particular a l'Acadèmic En José Francisco Ballester-Olmos i Anguís, fent extensiu este sincer reconeixement a tots els companyons de la Junta General que tingueren a be aceptar-la.

És un honor inimaginable, i segur que completament no mereixcut, poder perteneixer a esta més que centenària institució, fundada en 1915 per l'Excma Diputació de Valéncia, i que entre els seus objetius principals es troben promoure investigacions i els valors culturals del poble valencià. Casi en paralell a la creació de la RACV, a partir del principi del sigle XX s'inicia un canvi imparable i vertiginós en l'investigació i l'evolució de la ciència. Podiem, sense cap dubte, reconeixer que hem tingut la possibilitat i fortuna d'assistir a una Revolució Científica que ha propiciat una inflexió impressionant en el coneiximent general previ de mils d'anys, que ha modificat la nostra forma de viure i d'afrontar la vida quotidiana, més encara en este primer quartó del sigle XXI. La revolució quàntica en les postrimeries del sigle XIX i principi del XX, en brillants i excepcionals científics com Einstein, Heisenberg, Schrödinger, Bohr, Marie Curie ..., ha donat una transformació completa a la forma de comprende l'energia i la materia. A mitat del sigle XX sorgix la reforma

espectacular en l'àrea de la genètica, en l'elucidació de l'estructura tridimensional de l'ADN (Watson, Crick i Rosalynd Franklin, 1953) en profundes implicacions en biologia, bioquímica, biomedicina, medicina, biotecnologia, farmacologia i directament en la nostra salut. Aixina mateix, a partir, aproximadament, de les primeres décades del sigle XX es desenrolla la comprensió de l'estructura i composició dels materials polimèrics, objetiu d'este discurs d'ingrés, en implicacions fonamentals en pràcticament totes les àrees de nostra vida diaria. Sense oblidar, per supost, l'extraordinària revolució accelerada i aparentement imparable en les nostres formes de comunicació, en particular, durant les últimes décades.

Estos dràstics canvis a nivell personal i social han supost també modificacions culturals. Entre atres, des de fa a penes 100 anys podem considerar una nova àrea de cultura, la cultura científica. Per lo tant, semblaria interessant ampliar els espais culturals dins de la RACV. En esa intenció, modestament volguera activament colaborar en la RACV i oferir el meu màxim esforç per a desenrollar la part de cultura científica en este temps, que com ya s'ha comentat, on estem completament envolts per multitut de aplicacions i desenrolls científics i tècnics que cada vegada nos invadixen i desborden, sense casi a penes tindre temps per a adaptar-nos. Obviament, sense alluntar, lo més mínim, del nostre horizont la defensa, en totes les nostres forçes i cor, de la nostra singular i independent Llengua Valenciana, nostra maravellosa i immensa Cultura Valenciana, mantidre l'integritat dels nostre territori i per supost tot baix els plecs de la Real Senyera, nostra senya d'identitat més volguda i preciosa.

Resulta d'obligat reconeiximent, que abans de continuar en este discurs d'ingrés, recordar al meu predecessor, En Ignacio Bayarri Lluch (1932 -2023) del que tinc l'honor de succeir en la medalla número 25, a la que va acceder 13 de novembre de 2002 i que desafortunadament deixà vacant el passat 13 de giner 2023.

Nassio, aixi és com Ignacio era habitualment conegut, rep les seues primeres lliçons del seu pare, Josep Maria Bayarri, també escultor, poeta i Acadèmic de Sant Carles. Cursa el bachillerat en l'acadèmia de Cabanilles, pero la seua formació com a artista comença en l'Escola d'Arts i Oficis de Valéncia a on s'eixercitarà principalment en el dibuix. Va realisar els estudis en l'Escola de Belles Arts de Sant Carles de Valéncia, a on es va graduar en 1950. Conclou esta etapa formativa en 1952 obtenint el Premi Extraordinari de fin de Carrera. Entre 1979 i 1984 va ser professor d'escultura en la Facultat de Belles Arts de l'Universitat Politècnica de Valéncia. En 1989 és nomenat acadèmic numerari de la Real Acadèmia de Belles Arts de Sant Carles de Valéncia, de

la que més abant va ser vicepresident (2001-2002). Va treballar la tècnica del mural ceràmic, en Andrés Delmer, i va realisar grans murals en Espanya i en els Estats Units. Cap a 1967 va definir la seua teoria del "Cosmoísmo" que ha inspirat tota la seua obra pictòrica, escultòrica i mural.

En 1971 va obtindre una beca d'investigació de la Fundació Juan March. En 1996 se li concedix la Medalla d'Or del círcul de Belles Arts i, en octubre del 2010, rep la Distinció al Mèrit Cultural concedit per la Generalitat Valenciana. Ademés, ha segut guardonat en tres ocasions en la Medalla Nacional d'Escultura i en la Medalla d'Or en Indian Hill.

Ignacio Bayarri ha realisat escultures de les principals personalitats espanyoles de la segona mitat del sigle XX: el ministre Camilo Alonso, el Cardenal Enrique i Tarancón, el senador Broseta Pont, S.A.R. el senyor Juan de Borbó i S.M. el Rei Joan Carles I.

També, ha representat a personages històrics com el rei En Jaume, Blasco Ibáñez, el mestre Serrano o Ausias March. També va realisar el monument a l'afició valencianista, en ocasió del 75 aniversari del València Club de Fútbol. Caldria resaltar l'obra escultòrica, per la seua implicació en el seu pensament filosòfic" cosmoísta", Còsmic Geomètric, en l'Universitat Politècnica de Valéncia.

Despuix de realisar exposicions en les principals ciutats d'Europa i Amèrica, la seua obra figura en els següents museus o institucions: a) espanyols: González Martí de Ceràmica, Sant Pius V, Espanyol d'Art Contemporàneu, Vilafamés, d'Art Contemporàneu d'Elig i de Saragossa. b) estrangers: Modern Art of Cincinatti, Mercy Hospital de Chicago, Silvermann de Nova York i uns atres.

Ignacio Bayarri Lluch constituix un eixemple evident de la extraordinaria dedicació a l'art i la cultura, com demostren les seus singulars i esplèndides obres escultòriques. Aixina mateix, en su particular visió cosmològica del món i de la vida. De fet, la vigència de la seua obra artística està plenament reconeguda per l'exposició dedicada ad ell, en la Fundació Bancaixa des de el 2 de març fins al 16 de juny del 2024. Considerat el pare del "cosmoísmo", l'obra de Nassio Bayarri mostra una permanent busca per les qüestions més essencials del ser humà. Un plantejament del que sorgix una obra única que respon a una curiositat incansable i a l'experimentació en tècniques, conceptes i materials diversos, com a cartons, algeps, fancs, fustes, pedres o metals. La seua ansiosa busca de l'originalitat i l'innovació estan en l'orige de la seua introspecció simbolista, tractant de revelar l'univers de lo imaginari.

2.- Justificació Materials Polimèrics

Les àrees de interés i treball de l'Acadèmic En Ignacio Bayarri i la meua, com Doctor en Química, a priori, semblen molt distants, no obstant això, els dos hem tractat de moldejar la materia, obviament, des de diferents maneres i punts de vista i utilisant molt diverses tècniques. L'artiste, escultor i poeta, Nassio Bayarri ha segut capaç de traure d'un bloc de ferro, a colp de cincellades de martell, l'estructura tridimensional que imaginaba, per a obtindre, a la fi, l'escultura que havia disenyat en el seu cervell. Per la meua part, des de fa casi 40 anys, investigant durant una estància "postdoctoral" en els laboratoris de l'Universitat Politècnica de Zürich, baix la direcció de dos Premis Nobel en Química, Richard Ernst en 1991 i Kurt Wütrich en 2002, i usant com a cincell els polsos de radiofreqüència en la tècnica de Resonància Magnètica Nuclear, la mateixa que s'usa per a conseguir les imàgens clíniques d'enorme utilitat en el diagnòstic de moltíssimes malalties i lesions, hem segut capaços d'obtindre les impressionants estructures tridimensionals de molécules i complexos moleculars tan importants com proteïnes, àcits nucleics i polipèptides, totes elles depositades en el Banc de Senyes Estructurals més important del món (1) "(Protein Data Bank"). Com eixemple en la Figura 1, es presenta l'estructura tridimensional (3D) de la "plastocianina".

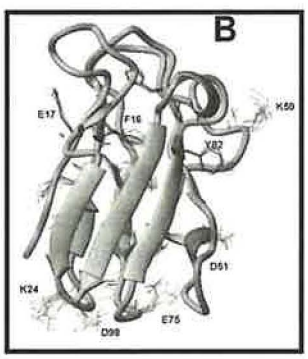


Figura 1.-Estructura 3D plastocianina RMN

A mitat dels anys 70 vaig tindre l'oportunitat d'iniciar el desenroll de la meua investigació i docència en l'apassionant àrea dels materials polimèrics en el Departament de Química Física de l'Universitat de Valéncia. El primer objetiu, i que va ser el tema fonamental de la meua Tesis Doctoral, estiguè dirigit a un polímer molt peculiar per la seua composició, basat en Silici i no en Carbono, com l'inmensa majoria de materials polimèrics, i conegut com silicona, concretament polidimetil-siloxane, i el seu comportament termodinàmic i estructural en diverses condicions complexes de solubilitat. Ademés, vaig colaborar activament en la caracterisació estructural de polímers degradables per l'acció de rajos ultraviolats A, una de les diverses aproximacions al reciclat i eliminació dels mateixos. A partir de mitat dels 80, vaig dirigir l'interés de l'investigació a l'anàlisis i determinació de l'estructura tridimensional, la funció i dinàmica molecular de materials polimèrics tan importants

como proteïnes, complexos de proteïnes, fragments d'ADN, complexos de fragments d'ADN i anticancerigens i polipèptides disenyats, entre atres.

Esta podria ser la raó personal per a este discurs d'ingrés en la RACV, pero seria total i definitivament insuficient, parcial i francament subjetiva. La singular i enorme rellevància i prevalença dels materials polimèrics, que posteriorment breument es descriurà, és l'autèntica i real justificació d'este discurs, en particular, en la seua relació a nivell social, económic i inclós cultural en la Societat Valenciana. Este és l'objetiu fonamental d'este discurs d'ingrés en la RACV, introduir, discutir i relacionar uns materials, com els polimèrics, singulars, bàsics i insubstituibles, a lo manco a molt llarc determini, en la societat mundial actual i que, molts d'ells, han jugat i juguen un paper rellevant en parts específiques de l'evolució de la nostra societat valenciana.

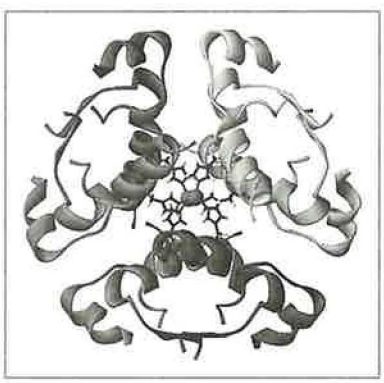
Per atra part, cal considerar que l'increment desmesurat de població produix un aument acelerat de la demanda d'energia i materials, entre ells els materials polimèrics, provocant un estrés molt gran i molt ràpit en la biosfera, llimitant greument la seua capacitat per a mantindre el seu fluix i almagasenage dins dels llímits compatibles en el seu funcionament a llarc determini i a la seua posterior degradació.

Som una civilisatió de combustibles fòssils i els seus alvanços tècnics, calitat de vida, i prosperitat descansen directament en la combustió de grans cantitats de carbó fòssil i, desafortunadament, no tenim la possibilitat d'abandonar simplement este determinant crític del nostre destí futur en unes dècades i molt manco en anys.

La completa descarbonisació de l'economia global en el 2050 només és concebible a costa d'una impensable reducció de l'economia global, o com resultat d'una transformació extraordinariament ràpida basada en uns alvanços tènics casi miraculosos. (2)

Els materials polimèrics, junt al cement, acer i amoni, es podrien considerar uns dels quatre pilars de la civilisació moderna. En tota seguritat serà més convenient, que a partir d'ací, l'us de la més coneguda i habitual, encara que no correcta, denominació de "plàstics" per als materials polimèrics o polímers. No obstant això, convindria clarament remarcar que plàstic es una de les diverses formes dels materials polimèrics, que més abant es detallarà. Es pot dir, sense cap dubte a equivocar-se, a lo manco en l'actualitat, que no hi ha atre tipo de materials que puguenn rivalisar en la combinació d'elasticitat, maleabilitat, duració, resistència i baix pes oferits per una

varietat casi infinita de "plàstics", casi podrien dir que és possible disenyar i obtindre "*a la carta*" qualsevol tipo de propietat material final, ya siga directament en un únic tipo de compost polimèric (com polietilé), per combinació química de més d'un d'ells (com proteïnes) o per la mescla en atres materials lo que es coneix com "materials composts" (fibra de vidre, per eixemple). Com a simple mostra, la fibra de carbono és una fibra sintètica constituïda per fins filaments de 6–10 μm (μm la millonèsima part d'un metro) de diàmetro i format principalment per carbono (3). Cada fibra de carbono és l'unió de mils de filaments de carbono. Es tracta d'una fibra sintètica perque es fabrica a partir del poliacrilonitril. Pero lo més destacable és que presenta propietats mecàniques similars a l'acer i és tan llaugera com la fusta o el plàstic. Per la seua durea té major resistència a l'impacte que l'acer. Es a dir, una combinació de propietats com material prou complicat de replicar en atre tipo de materia coneguda. La síntesis de polímers també té aplicacions mèdiques. L'insulina, pot ser considerat un eixemple molt especial, i hui en dia utilisat per millons de persones que necessiten del control que eixercix sobre el nivell glucèmic.



L'insulina (Figura 2, hexàmer Insulina) és una hormona polipeptídica, de fet és un copolímer constituit per 110 aminoàcids, els 20 aminoàcids básics són els esclavons de les proteïnes que produim. L'insulina va ser aïllada i purificada en 1921 per Bating i colaboradors (Premi Nobel 1923) (4), en 1951 Sanger (Premi Nobel 1958) (5) va determinar la seqüència d'aminoàcits, lo que va ser el punt d'eixida per a la seua síntesis química i d'eixa manera una producció a nivell indústrial

Figura 2.- Estructura 3D Hexàmer Insulina

farmacològic implicant una magnífica oportunitat per als afectats per la diabetes.

Abans d'abordar una breu visió històrica del coneiximent de l'existéncia i desenroll dels materials polimèrics pareix convenient dentindre's, introduint un resum del concepte d'este tipo tan singular de materials. La paraula polímer provè del Grec "múltiple-components", des de el punt de vista estructural implica una llarga molècula formada per un número llarc de chicotetes unitats "mers" en Grec, denominats "monòmers" units entre si per autèntics enllacos químics. L'eixemple visual més adequat per a un polímer podria ser una llarga cadena composta per

molts esclavons. La cadena és la llarga molècula, "macromolècula", i cada u dels esclavons les chicotetes unitats moleculars, "monòmers". Continuant en la comparació, podem recordar que les formes que pot adoptar una cadena son molt diverses, des de capdell totalment desordenat, fins a una forma llineal completament estirada o millons d'atres estructures més o menys complexes. Esta diversitat de formes estructurals tridimensionals i la no molt complicada, a nivell energètic, transició de passar d'una forma a atra són les que les proporcionen a les macromolècules o polímers, una gran part de les seues particulars propietats mecàniques com materials: elasticitat i maleabilitat. Per mig de reaccions químiques en la seua síntesis o posteriors a la seua obtenció, aixina com els processos de transformació mecànica indústrial resulta factible introduir i/o modificar les propietats generals com a material, com rigidea i resistència estructural.

Els materials polimèrics es poden classificar en cinc major àrees de aplicacions: 1) plàstics (com ya s´ha comentat, denominació més popular, encara que no correcta, per als polímers); 2) elastòmers o caucho; 3) fibres; 4) acabaments de superfícies o revestiments protectors, com pintures; 5) adhesius (6). Pareix obligat introduir una breu definició dels diferents tipos de materials polimèrics. Plàstic és qualsevol material que per mig de compressió i per efecte de la temperatura, pot canviar de forma i conservar esta de modo permanent. Els materials poden estar constituïts per composts orgànics o sintètics que tenen la propietat de ser maleables i per tant poden ser molejats en objectes sòlits de diverses formes. Esta propietat conferix als materials plàstics una gran varietat d'aplicacions. El seu nom deriva de la plasticitat, una propietat, que es referix a la capacitat de deformar-se sense aplegar a trencar-se. Per atra banda, els elastòmers són aquells tipos de composts que inclouen no metals en la seua composició i que mostren un comportament elàstic. En física, el terme elasticitat es referix a la propietat física i mecànica de certs materials que baix l'acció de deformacions tenen la capacitat de que estes siguen reversibles, quan es troben subjectes a l'acció de forces exteriors i de recuperar la seua forma original si estes forces exteriors s'eliminen. En l'àmbit de l'indústria textil, es denomina fibra o fibra textil al conjunt de filaments o brins susceptibles de ser usats per a formar fils (i d'estos, els teixits), be siga per mig de filat, o per mig d'atres processos físics o químics. En general, els acabaments de superficies són substanciens d'un material plastificat, pintura de secat ràpit, en la que els pigments estan continguts en una emulsió d'un polímer, en moltes ocasions, acrílic. Encara que alguns d'ells sigan solubles en aigua, una volta que sequen són resistents a la mateixa. Finalment, un adhesiu és una substància que pot mantindre units dos o més cossos per contacte

superficial. És sinònim de coa i pegament. La seua importància en l'indústria moderna és considerable.

En esta classificació no s'han incluit de manera explícita els polímers denominats naturals: almidó, fibres a partir de plantes (celulosa), biopolímers (proteïnes, àcits nuclèics i polisacàrits) i caucho; que en molt dels casos compartixen idèntiques aplicacions als sintètics. Ací seria molt convenient puntualisar que la distinció entre polímer sintètic i natural no és nítida, perque el progrés en la síntesis química i/o bioquímica ha permés l'obtenció de polipèptides i àcits nucleics.

3.- Tipos de Materials Polimèrics, processat i reciclage

3.1.- Monòmers

Com ya s'ha introduït previament, els esclavons que formen la cadena macromolecular dels materials polimèrics són els monòmers. Un monòmer (del grec "mono", 'un', i mer, 'part') és una molècula de reduida massa molecular que està unida a atres monòmers, a voltes centenars o mills, per mig d'enllaços químics, generalment covalent (unió entre àtoms quan compartixen electrons), formant macromolècules que es diuen polímers. (9, 10). El monòmer natural més comú és la glucosa, que està unida per enllaços glucosídics donant lloc a polímers tals com la celulosa i l'almidó, formant part de més del 77 % de la massa seca de tota la matèria de la planta (11). Molt a sovint, el terme monòmer es referix a les molècules orgàniques que formen polímers sintètics, tals com, per eixemple, el clorur de vinil, que s'utilisa per a produir el policlorur de vinil (PVC). Al procés pel qual els monòmers es combinen d'extrem a extrem per a formar un polímer se li denomina polimerisació. Les molècules fetes d'un reduït número d'unitats de monòmer, fins a unes poques dotzenes, es denominen oligòmers.

Els monòmers es poden classificar de moltes maneres. Es poden subdividir en dos classes àmplies, depenent del tipo de polímer que formen: naturals i sintètics. Els monòmers que participen en la polimerisació per condensació (per reaccions entre diferents grups químics complementaris) tenen una estequiometria diferent que els monòmers que participen en la polimerisació d'adició (reacció per trencament de enllaços covalents). La majoria de plàstics solen obtindre's per esta segona via. Les reaccions de polimerisació són reaccions en cadena. Una de les característiques imprescindibles dels monòmers és que disponguen de la possibilitat de formar enllacos, a lo manco, per els dos costats de la molècula i d'eixa manera poder creixer de forma continua i constant, fins a qualsevol interrupció, per casualitat o

controlada, de la reacció de polimerisació. Com eixemple, cada esclavó de una cadena deu d'obrir-se per dos punts diferents per poder unir-los entre sí.

3.2.- Termoplàstics i termoestables

Estos dos tipos de plàstics són els més comuns per la seua producció i us entre tots els materials polimèrics

Polímers termoplàstics

Els termoplàstics són un tipo de polímer que es pot calfar i molejar vàries voltes, lo que els convertix en fàcils de reciclar i en relativament blans. La major part dels plàstics pertanyen a este grup, que també pot mesclar-se en líquits com la pintura. A nivell molecular, l'aument de la temperatura provoca que els enllaços secundaris es debiliten, facilitant el moviment de les cadenes adjacents baixe l'acció d'un esforç, per lo que els productes a pur d'estos plàstics se solen fabricar en l'aplicació de calor i de pressió. Entre els termoplàstics més usats es poden incluir:

El polietilé, el poliestiré, el PVC (policlorur de vinil) o el polipropilé són alguns dels tipos de termoplàstics més comuns. A continuació, descrivim alguns d'ells:

Tereftalato de polietilé (PET)

Més conegut com PET, este plàstic barat, resistent i reciclable és un dels polímers de major producció mundial. S'utilisa fonamentalment en l'indústria alimentària i de les begudes (d'envasos de menjar a botelles de plàstic), encara que també en el sector textil (fibra de polièster) i en atres indústries, com la fabricació de fibra de vidre i els nanotubos de carbono.

Polietilé (PE)

El polietilé, que es pot fabricar en diferents densitats, és el plàstic més comú en la terra i es pot trobar en una gran cantitat de productes. Segons la seua densitat trobem: Polietilé de baixa densitat (LDPE o PEBD), Polietilé de mija densitat (MDPE), Polietilé d'alta densitat (HDPE) i Polietilé de pes molecular ultra alt (UHMWPE).

Poliestiré (PS)

Este termoplàstic transparent es presenta tant en forma rígida com expandida. Vaixelles, envasos o protecció d'embalages són alguns eixemples. Ací crec que seria interessant mencionar una aplicació molt tradicional en una de les nostres festes més rellevants, les Falles, on el poliestiré, en la seua versió expandida juga des de fa

anys un paper fonamental en la construcción de les falles. El poliestiré expandit o EPS / AIRPOP, també conegut com "suro" blanc, "porexpà" o "poliexpà", és un material plàstic desbromat compost en un 98% d'aire, molt llauger i al mateix temps resistent, que ademés oferix excelents propietats com a aïllant tèrmic i aïllant acústic.

Clorur de polivinil (PVC)

Conegut com PVC, posseïx propietats rígides o flexibles i destaca per la seua capacitat per a mesclar-se en atres materials. La construcció és una de les àrees a on en major proporció és utilisat.

Polímers termoestables

Els plàstics termoestables són un tipo de polímer que es pot calfar i molejar una sola volta; si es tornen a calfar, es cremen.

Estos polímers reticulats s'endurixen durant la seua formació i en calfar-se no s'ablanixen, de fet, són capaços de soportar altes temperatures. Estos polímers reticulats es caracterisen pels seus enllaços entrecreuats entre cadenes moleculars que només es trenquen davant un calfament a temperatura excessiva, que provoca la degradació del polímer. Els polímers termoestables més usats són:

Poliuretá (PUR)

Este polímer pot ser termoplàstic o termoestable. Quan nos referim a este segon grup, la seua forma més habitual és la de bromera per a aïllants.

Resines de formaldehit de fenol

El fenol és un polímer laminat a molt alta pressió que es compon de base de lona de cotó en resines de fenol formaldehit (PF). S'utilisa habitualment en aïllants elèctrics.

Resines de polièster

Les resines de polièster (UP) s'utilisen a sovint en la construcció d'embarcacions, vehículs, canonades, caixcos de moto, canyes de peixcar o inclús esquins. Estes resines es combinen en fibra de vidre per a formar materials composts de gran resistència

Resines o recobriment epoxi

Estos polímers s'usen en recobriment protectors gràcies a la seua gran resistència.

3.3.- Fibres

En l'àmbit de l'indústria textil, es denomina fibra o fibra textil al conjunt de filaments o bri susceptibles de ser usats per a formar fils (i d'estos, els teixits), be siga per mig de filat, o per mig d'atres processos físics o químics. Aixina, la fibra és l'estructura bàsica dels materials textils. Es considera fibra textil a qualsevol material la llongitut del qual siga molt superior al seu diàmetro i que puguen ser filat.

En la fabricació del fil per a textils —tant teixits com no teixits—, es poden utilisar dos tipos de fibra:

Fibra curta: bri de fins a 6 cm de llongitut. Es considera de major calitat quant més llarga i més fina siga.

Filament: bri continus. El filament d'alta calitat és més suau i resistent.

Tradicionalment les fibres textils s'han classificat en tres grups:

- D'orige natural (vegetal, animal i mineral).
- Artificials (com els tipos de rayon)
- Sintètiques (poliamides, polièster, acríliques...)

Tipo de fibra Matèria primera

Fibra natural Present en la Naturalea Realisada per la Naturalea (cotó, seda, llana)

Fibra artificial Celulosa o proteïna natural Realisada per l'home

Fibra sintètica Composts de síntesis Realisada per l'home

Fibra natural

D'orige animal: generalment fibres proteiques. Ardixen en general en flama viva desprenent una olor característica a banya cremada i deixant cendres obscures. El ser humà les ha utilisat des de temps prehistòrics.

Pèls: la més important és la llana d'ovella; de cabra (el mohair és de cabra d'Angora; el cachemir és de cabra de Cachemira); de diversos camélids (llama, gamell, vicunya,

alpaca); de conill, per la seua bona hilabilitat (capacitat per a formar fils); de crin de cavall.

Seda: l'únic filament continu produït per la naturalea és elaborat per la larva del cuc Bombyx mori. En l'actualitat s'investiga sobre la seda d'aranya, en particular sobre l'aranya de la seda d'or.

Cuiro: la pelleranca d'un animal destinat a l'assaonament.

Biso: filament segregat pel molusc "Pinna nobilis".

D'orige vegetal: generalment celulósiques. Són o be d'una sola fibra (com el cotó), o es componen de fas de fibres (com el lli, cànem, yute, etc.). Ardixen en flama lluminosa despedint una olor característica a paper cremat i deixant cendres blanquinoses en chicoteta cantitat. Entre les fibres d'orige vegetal, les més usada en la fabricació de "composites" són les fibres de lli. La fibra de lli és la principal alternativa ecològica a la fibra de vidre.

Llavor: cotó, cocoter, "ceiba" (o kapok, en països de parla anglesa).

Talle: lli, yute, cànem, ortiga blanca.

Full: "henequén" (planta gènero agave, típica de Yucatán) o sisal, "formio" (lli de Nova Zelanda), abacà, espart, "miraguano" (palma de la família Arecaceae, excelent per a la farcidura de coixins.

Raïl: Agave tequilana (varietat blava, per a fabricar cordes).

D'orige mineral: són inorgàniques com l'amiant o asbesto (prohibit per les propietats cacerigenes de les seues fibres), fibra de vidre i fibra de metals preciosos, com l'or i l'argent.

Fibres artificials

La matèria primera és un component natural, pero el filament és artificial.

Proteiques. Poden ser derivades de proteïnes animals: el «lanital» de caseïna de la llet; o de fibres vegetals: «vicara» (de la dacsa o "choclo") i «ardil» (del cacau o "maní").

Celulòsiques. Reben el nom genèric de «"rayó"», que substituïx a «seda artificial» usat en la primera mitat del sigle XX. Hi ha diversos tipos: ""rayó"" nitrocelulosa o

«seda Chardonnet», "rayó" cuproamonio o «cupro», "rayó" viscosa o «viscosa», "rayó" acetat i "rayó" triacetato o «acetat», "rayó" HWM o modal, lyocell.

Algíniques: "rayó" alginat.

Fibres sintètiques

S'obtenen a partir de productes fabricats per l'humà, són enterament químiques. Les primeres fibres sintètiques es classificaven per la forma d'obtenció:

Per policondensació: poliamida com Nàilon, Perlon, Enkalon, PET com Mylar, Melinex i polièster com Tergal, Terlenka, Terylene, Trevira, Dacron.

Per polimerisació: fibres acríliques com Acrylan, Orlon, Leacril, Crilenka; fibres poliviníliques com el Rhovyl, Thermovyl, Courlene; fibres olefíniques, o de polietilé, com Saran, o del polipropilé; fibres de poliuretá, com el "elastano" o "licra".

Les modernes fibres sintètiques pertanyen a diversos grups:

Aramides: com Kevlar, Nomex,

Microfibres: fibres ultrafines de polièster i poliamida, obtingudes per processos especials.

Fibra de carbono: utilisada principalment en la fabricació de "composites", també té aplicacions en el sector dels textils.

Bioplàstics

Pareix totalment convenient fer una breu introducció al concept dels denominats bioplàstics.

Un bioplàstic és un tipo de plàstic que sol produir-se a partir de fonts renovables, com a materials biològics i orgànics. A diferència dels plàstics convencionals derivats del petròleu, els bioplàstics busquen reduir la dependència de recursos no renovables i disminuir l'impacte ambiental associat en la producció i eliminació de plàstics derivats del petròleu. Entre els seus múltiples usos es troben els envasos i envoltoris rebujables o les seues aplicacions en el sector mèdic i agrícola.

Entre els tipos de bioplàstics més habituals tenim:

Àcit polilàctic (PLA): Es deriva de fonts renovables com l'almidó de dacsa o la canya de sucre.

Polihidroxialcanoatos (PHA): Estos bioplàstics es produïxen per mig de bactèries a partir de sucres o olis vegetals.

Polietilé vert: Similar a el polietilé convencional, pero es produïx a partir d'etanol derivat de fonts vegetals com la canya de sucre.

Polibutilé succinate (PBS): Derivat de recursos renovables com l'àcit succínic i el butanol.

Termoplàstics d'almidó (TPS): L'almidó de dacsa o atres fonts vegetals s'utilisen per a produir estos bioplàstics.

Per brevetat i degut a la gran varietat de tipos de pintures i adhesius no es fará una descripció d'estes rellevants formes de materials polimèrics.

3.4.- Transformació i producció de plàstics

Els processos de transformació constituixen una part fonamental en la producció indústrial dels polímers. Esta activitat té una implantació rellevant en la Comunitat Valenciana en l'àrea econòmica dels materials polimèrics.

El sector dels plàstics és un dels motors indústrials d'Espanya i, és molt important mantindre la seua fortalea per a ser menys depenents de la fabricació de productes en atres països. Les chicotetes i mijanes empreses (PYMES) eixerciten un paper fonamental en el teixit indústrial d'Espanya ya que contribuïxen al desenroll del país, a fomentar la competitivitat i a impulsar l'innovació a través de la tecnologia i el mampreniment. L'indústria dels plàstics està conformada per prop de 4.000 empreses, sent el 99% d'elles pymes (menys de 250 empleats) i "micropymes" (menys de 10 empleats). Alguns dels tipos de chicotetes i mijanes empreses en el sector corresponen a fabricants de producte, distribuïdors i comerçials, empreses de reciclage i fabricants de productes plàstics especialisats.

L'indústria dels plàstics es caracterisa per ser un sector molt atomisat territorialment, sent els núcleus rurals els que contribuïxen a lluitar contra el repte demogràfic de l'Espanya buidada. Catalunya (27,3%) i la Comunitat Valenciana (21,2%) sumen el 48,5% de les empreses de fabricació de productes plàstics en Espanya. La Comunitat de Madrit (10,3%) i Andalusia (10%) conformen el següent 20,3%, no obstant, el sector de la transformació dels plàstics contribuïx activament a lluitar front al repte demogràfic en regions en menor densitat de població (Castella-la Mancha, Extremadura o Castella i Lleó).

El número d'ocupacions directes que genera el sector ya és pròxim als 100.000 i l'impacte econòmic global alcança ya la sifra de 323.000 ocupacions directes i induïdes. El 92% dels contractes del sector són indefinits i el salari mig és un 32,5% més alt que la mija de tota l'indústria manufacturació, lo que supon una ocupació de calitat i estable.

Aixina mateix, la sifra de negoci del sector ha roçat els 23.000 millons, i la seua aportació al PIB ha representat un 14,6% del PIB de l'indústria, 1,7 voltes el PIB directe generat pel sector de la fabricació de vehículs a motor, 5 voltes el generat per l'indústria de paper i 2,4 voltes el generat pel sector de la fabricació de productes farmacèutics.

En la Comunitat Valenciana l'impacte de les empreses de fabricació de productes plàstics es podria evaluar a través del número d'empreses dedicades a esta activitat. El total de empreses és de 951, 482 en Alacant, 414 en Valéncia i 55 en Castelló. En Alacant hi han 358 empreses de fabricació d'atres productes plàstics, 249 en Valéncia i 29 en Castelló. En la producció de d'envasos i embalages hi ha 66 empreses en Alacant, 109 en Valéncia i 17 en Castelló. En la transformació i obtenció de plaques, fulls, tubos i perfiles plàstics tenim 32 empreses en Alacant, 41 en Valéncia i 1 en Castelló. Finalment, en plàstics per a la construcció están ubicades 26 empreses en Alacant, 15 en Valéncia i 8 en Castelló.

Les tècniques de transformació dels plàstics depenen del tipo del polímer i del destí dels productes terminats. Alguns métodos s'utilisen habitualment en la fabricació indústrial: injecció, injecció-bufat, extrusió, extrusió-bufat i termoformat.

L'injecció

El plàstic, en forma de gránuls ("granza), s'aboca en una gronsa per a alimentar un tornell sense fi estajat en un tubo calfat. El plàstic es comprimix, es pastat i es calfa. Este tractament mecànic i tèrmic dona com resultat una pasta fundent i homogénea, a la que el tornell en rotació espenta cap a un filtre d'extracció. El material expulsat baix pressió, pel tornell d'injecció a través de la filtre, ompli un mòle tancat i gelat. En contacte en el mòle fret, el material pren forma i es solidifica.

Este procediment permet una transformació discontínua dels termoplàstics. Despuix del desmole, s'obtenen productes acabats o semiacabats, de formes complexes, en una sola operació.

L'injecció-bufat .Este procediment s'utilisa per a fabricar la major part de les botelles i els flascos. S'utilisen peces semiacabades, obtingudes per injecció, que es diuen preformes. A continuació, estes preformes es calfen i s'estiren despuix en una vareta fins al fondo d'un mòle. Finalment, en un chorro d'aire potent es pega el material contra les parets del mòle. La preforma adopta la forma del mòle i es gela. De la mateixa manera que per a l'injecció, per a canviar de forma és suficient en canviar de mòle.

L'extrusió

L'extrusió és un procediment de transformació continu. De la mateixa manera que per a l'injecció, el gränul entra en un tubo calfat, dotat d'un tornell sense fi. El material bla homogeneisat s'espenta, es comprimix i despuix passa a través d'una "terraja" (coixinet enroscat) per a donar-li la forma desijada. És una espècie de màquina de procés sense fi que permet obtindre productes de formes diverses. En esta tècnica es fabriquen productes de gran llongitut, com a tubos o perfils per a finestres de plaques i làmines de plàstic... El tubo o el perfil ixen de forma contínua, es gelen i despuix es tallen en la llongitut desijada.

L'extrusió-bufat. Este procediment permet fabricar cossos buits. Açò comença en l'extrusió d'un tubo ple, conegut com "parisón" (tubo de plàstic buit a partir del que es moleja per bufat una botella). Este tubo de plàstic encara calent que ix de la terraja es talla i un mòle fret dividit en dos es tanca al seu entorn. A continuació, s'injecta aire en el material en una cànula de bufat i el polímer s'adherix a les parets internes del mòle, que ràpidament es gela. El procediment termina en un desmodelat.

L'extrusió-bufat (films). Es tracta d'una variant de l'extrusió que permet fabricar plàstics. Este procediment consistix en dilatar en aire comprimit, a l'eixida de l'extrusora, un tubo de polímer prèviament format. L'eixida de l'extrusora és vertical. Se insufla aire comprimit en el material fos, que se unfla i s'eleva verticalment en una gran bombeta de film. Una volta gelat, els rodells aplanen el film en un tubo pla que se enrolla sobre bobines. D'esta manera, es fabriquen films que s'utilisen en la fabricació d'embalages, bosses de residus, etc.

Termoformat

El format o el termoformat. És un procediment de segona transformació en el qual la matèria aplega en forma de plaques, tubos o perfils. El material s'ablanix per calfament, abans de deformar-se i formar-se per mig d'un mòle de metal. És possible

realisar peces en parets primes i peces de gran tamany. Esta tècnica s'utilisa per a fabricar, per eixemple, pots de yogurt, cabines de duches, banyeres, elements de carrosseria, etc.

3.5.- Reciclage

Pràcticament casi tots els polímers moderns tenen el seu orige en el petròleu, s'ha debatut que este aument en la dependència en els polímers constituïx un drenage innecessari de fonts d'energia. No obstant, els materials sense processar per als polímers només consumixen menys del dos per cent total del petròleu i gas natural, per tant, l'eliminació completa dels polímers sintètics no contribuiria de manera significativa a la reducció de les fonts d'hidrocarburs.

Aixina mateix, quan els costs d'energia (materials sense processar més energia per a manufacturar-los i transportar-los) es comparen, els productes polimèrics molt freqüentment ixen molt ben parats respecte als tradicionals homòlecs, per eixemple, botelles de beguda de vidre front a les de plàstic. Ademés, els processos usats per a la producció dels plàstics, a sovint, generen considerablement menor polució migambiental que els processos usats per a la producció d'homòlecs tradicionals, per eixemple, film de polietilé front paper d'envoldre per a embalage.

Irònicament, una de les propietats mes valioses dels polímers, la seua inèrcia química, provoquen problemes ya que normalment no es degraden en el mig ambient. Com a resultat, contribuïxen incrementant la cantitat de fem i reduint el llimitat espai en abocadors. En esta finalitat s'està progressant en la solució d'estos importants problemes. S'han desenrollat polímers degradables en el mig ambient, encara que esta solució, com en la majoria de situacions, pot ser una aproximació ineficient ya que no és segur el posterior impacte dels productes de la degradació. Una atra forma, provablement més sensata, de tractament posterior a l'us dels materials polimèrics, és la seua combustió pel seu valor com a combustible, ya que els polímers retenen essencialment el mateix valor calorífic que els hidrocarburs originals a partir dels que varen ser sintetisats. De fet, la simple arreplegada dels materials polimèrics pot destruir el valor afegit en la fabricació dels polímers. Recentment s´ha popost atra alternativa per al reciclage dels polímers que consistix en la recuperació, per vies químiques, dels productes inicials usats en la seua obtenció, encara per desenrollar-se.

El reciclat pot ser considerat la solució final. Si els materials polimèrics tenen que ser reciclats, prèviament deuen ser arreplegats. Desafortunadament, lliteralment hi ha

dotzenes (potser centenars) de diferents tipos de polímers en la mescla del fem, i, per atra banda, la mescla de polímers posseïx propietats mecàniques similars a alguns fromages. Aixina, per a aplicacions menys exigents (per eixemple, parachocs d'aparcaments, tests de flors) la mescla del fem deu ser separada prèviament al reciclat. En esta finalitat, els fabricants d'automòvils han intentat estandardisar uns pocs ben caracterisats plàstics que puguen ser recuperats i reutilisats quan un coche és desguaixat. De fet, hui en dia, molts dels objectes preparats a partir de matèries primeres de plàstics es molegen identificant en marques les diferents classes de materials.

S'han desenrollat diversos sistemes per a separar una mescla de plàstics en el fem. Des de la més simple, per flotació usant la diferència de densitat entre els diversos plàstics, a l'us de les distintes solubilitats entre els mateixos. Una atra aproximació és la degradació química del fem de polímers fins als productes inicials a partir dels que els polímers varen ser obtinguts. Finalment, una forma de reutilisació dels plàstics rebujats és la seua transformació en "granzas" ("pellets"), chicotetes boles de material plàstic que posteriorment es mesclen i es transformen per mig de diversos sistemes mecànics, injecció, bufat, extrusió i termoformat, als que cal afegir combinacions dels mateixos.

L'omnipresència i estabilitat dels materials polimèrics ha generat i està generant un enorme interés en l'investigació i desenroll de diferents aproximacions a la seua degradació. En general, la gestió, durabilitat, permanència i potencials toxicitats del productes de degradació dels polímers resulta un questió encara oberta i no definitivament resolta. En els anys setanta-huitanta es va considerar l'aproximació de modificacions químiques per a la degradació dels plàstics, en particular, l'introducció d'enllaços, entre àtoms en els monòmers, sensibles a l'energia de la radiació electromagnètica, es a dir, que es puguenn trencar per acció dels raigs de llum, especialment, ultraviolats A. Esta aproximació, ademés, va introduir un grau d'incertitut significatiu sobre la estabilitat dels materials polimèrics sintetisats en estes punts sensibles a l'acció de la llum. Per atra banda, s´ha plantejat i es continua investigant en la possibilitat dels processos de biodegradació, en particular, per l'acció de bacteries. Una de les últimes propostes científiques está enfocada a l'us de bacteries per a convertir els rebujos dels plàstics en un bioplàstic similar a uns dels materials més resistents del regne animal la "seda d'aranya". L'atenció ha estat dirigida al polietilé, que pot ser considerat com el rei dels materials polimèrics, per el seu baix preu i fácil fabricació, més de 80 millons de tonellades a l'any en su

majoria per a només un us. Simplement tenim que considerar que és el material de les bosses de plàstic del supermercat, envasos d'aliments, bolquers rebujables o tubos de rec. Per això els científics del "Rensselaer Polytechnic Institute" (RPI) en Nova York ho varen elegir com la matèria primera per a obtindre una valiosa seda d'aranya biodegradable i multiús. El resultat és un material innovador que, per la seua resistència, es considera la fibra de Kevlar del regne natural, és dir, el material en el que es fabriquen els jupetins antibales.

A fi d'obtindre la proteïna de seda els científics americans varen recórrer a una nova varietat de la bactèria *Pseudomonas aeruginosa* capaç de metabolisar el polietilé que, en condicions naturals, tarda molts anys en degradar-se. Fonamentalment, es tracta de "fermentar" este plàstic d'orige no renovable.

El primer pas va consistir en la despolimerisació del polietilé calfant-ho baix pressió. Este procés produïx una pasta blava i blana, susceptible de ser metabolisada per les bactèries en el laboratori. Alguna cosa aixina com quan masteguem un aliment abans d'engolir-ho. En una fermentació convencional les bactèries consumixen sucres, pero en este cas es va utilisar com a nutrient la pasta de polietilé, que es va introduir en uns menuts depòsits i es va ser batent en suavitat.

Posteriorment, es va permetre que les bactèries feren el seu treball durant setanta i dos hores. Transcorregut este temps, es varen filtrar les bactèries i es va purificar la proteïna de seda resultant que, posteriorment, es va liofilisar per al seu us. Els investigadors descriuen el material com una espècie de bioplàstic en forma de boles de cotó que es poden teixir en fils o convertir en un atre tipo d'estructures.

Es pot considerar que esta investigació forma part d'un nou enfocament en la protecció del mig ambient i la dependència de recursos no renovables. Això sí, encara queda temps per a que esta solució permeta produir la seda a escala indústrial.

Microplàstics

Com ya s´ha comentat, el desenroll espectacular dels materials plàstics, tant en la seua síntesis, producció i us, en les últimes huit décades ha dona lloc a la proliferació i generació de nous desafius com els *microplàstics* que estan colonisant les mars. Concepte que s'ha extés en els mijos informatius durant els últims anys, basta com eixemple el vertit de "pellets" d'a penes fa uns mesos.

Un pot pensar que els microplàstics són uns nouvinguts als oceans i que, abans d'ells, tot era net i natural: aigua salada, peixos i atres organismes vius que viuen en la mar. I, per tant, l'irrupció de les partícules microscòpiques de plàstics, a mitat del sigle XX, és un desastre en si mateixa, en implicacions visuals, ecològiques i inclús morals per als ciutadans que veem el seu creiximent continuat en les últimes décades. Sent tot això veritat, lo cert és que en la mar es troben disperses moltes atres micropartícules, algunes naturals i atres antropogèniques (derivades de l'activitat humana) que tenen una ubiqüitat similar o major a la dels microplàstics i uns efectes adversos en els sers vius que competixen en els tradicionalment atribuïts als microplàstics.

Això és a lo manco lo que es deriva d'un recent artícul publicat en febrer de 2017 en la revista Nature en la seua secció "Reviews" (13). Els autors identifiquen primer micropartícules omnipresents en la mar, en l'aire o en el sol que no són lo que entenem per microplàstics. Com les micropartìcules de tipo inorgànic o mineral, com l'arena, la rovina, la sílice o la argila. Matèria orgànica, constituïda fonamentalment per composts de carbono i que es deriva de la descomposició d'algues, detritus produïts pel fitoplàncton i el zooplàncton i microfibres naturals (com el cotó, la llana, la seda, etc.) que, com ya breument s'analisarà més avant, semblen predominar en la mar sobre les d'orige sintètic. Finalment, matèria constituïda casi exclusivament per carbó, com les follins o el carbó orgànic, derivats de la combustió incompleta de combustibles fòssils o de biomassa.

Els riscs derivats de la presència dels microplàstics en la mar, que se solen llegir en els mijos, es poden resumir en unes poques llínees. Primer, se'ls atribuïx una persistència en el mig ambient de decenes, centenars o mils d'anys. Si tenim en conte que la majoria dels plàstics duen solament unes decenes d'anys en la faç de la Terra, cal extrapolar ensajos de laboratori per a poder-los atribuir eixa llarga persistència, alguna cosa que comporta una gran incertitut. Un atre risc ya comprovat, sobretot en experiments de laboratori i moltes voltes en condicions lluntanes a les que es donen en la mar, és que poden causar tot tipo de problemes als organismes que els ingerixen, sobretot si el tamany que presenten pot generar obstrucció a nivell del tracte digestiu.

Pero els riscs més divulgats sobre els microplàstics tenen una faceta indiscutiblement química. Encara que intrínsecament són inerts, eixos microplàstics poden lixiviar (soltar a la mar) substàncies no polimèriques en ells contingudes, com a restants dels monòmers usats en la seua obtenció, plastificants com els ftalats per a fer-los més moleables o atres substàncies afegides (colorants, protectors contra el fòc, etc.).

L'atre risc químic dels microplàstics és que puguen actuar com vectors químics de substàncies perilloses ya existents en la mar, derivades de passades activitats humanes, com el DDT (dicloro difenil tricloroetà), els PCBs (bifenils policlorats), PBDEs (polibromodifenil éters) i uns atres. Eixes substàncies, denominades de manera global Composts Orgànics Persistents (COPs), dissoltes en reduïda cantitat en l'aigua de mar, tenen una alta tendència a absorbir-se en els microplàstics. Si despuix un peix, confonent-los en una presa, li'ls menja, poguera ocórrer que en l'interval de temps que els microplàstics permaneixen en el cos de l'animal, eixes substàncies químiques s'absorbiren en la matèria grassa del mateix i acabaren en el nostre organisme si consumim eixe peix.

Puix be, totes les micropartícules abans mencionades i que es troben en la mar, compartint espai en les partícules de microplàstics, tenen característiques molt similars a elles. El seu tamany mig està en l'orde de les micres, la seua permanència en la mar és de centenars o mils d'anys, les seues densitats són similars a les dels plàstics, entre 1 i 2 grams per centímetro cúbic, lo que els permet ocupar igual que ells la totalitat de la columna d'aigua. I, finalment, les concentracions en les que es troben en l'aigua són similars o superiors a les dels propis microplàstics. És dir, eixes micropartícules no són molt distintes dels microplàstics ni ho són els seus potencials riscs per als habitants de la mar.

I aixina, la sola presència de micropartícules inorgàniques en l'interior dels organismes vius poden causar similars problemes als causats pels microplàstics. Per a entendre-ho, n'hi ha més que considerar els problemes causats en els humans per la pols d'amiant o la silicosis causada per la pols de carbó. O, fòra d'exposicions lligades a àmbits de treball o ocupacionals, la preocupació es manifesta en el seguiment que fem en les ciutats de les micropartícules existents en l'aire, les famoses PM10 (partícules de 10 micrómetros) i PM2,5 (partícules de 2,5 micrómetros), com a forma de previndre certes malalties respiratòries o el propi càncer.

Pero és que, ademés, les partícules de matèria carbonosa, com les follis, contenen i poden soltar en l'aigua de la mar (lixiviar) cantitats substancials d'hidrocarburs aromàtics policíclics (HAPs), substàncies perilloses que, fòra de la mar, varen causar els càncers infantils en chiquets dedicats a rascar fumerals i estan presents en la combustió del tabac. I, per a terminar, totes les micropartícules de naturalea orgànica i carbonosa dalt descrites poden absorbir i actuar com vectors dels

mateixos Contaminants Orgànics Persistents (COPs) que els microplàstics. Solament aixina podrem evaluar adequadament els verdaders riscs dels microplàstics.

4.- "Edat del Plàstic"

Per a descobrir des de quan la humanitat va tindre coneiximent real dels polímers tindríem que retrocedir molt temps i de qualsevol manera no seríem capacos d'establir una data exacta. Una de les primeres resines naturals utilisades per les seues característiques "plàstiques"; va ser segurament la goma de laca, sobre la que hi ha notícies en antics texts hindús. L'us d'asfalt com a adhesiu es menciona en la Bíblia. Plinio, en la "Història Natural"; descriu detalladament les propietats d'una atra resina natural, l'àmbar, resina fòssil del periodo oligocén produïda per una espècie de pi ara extinguida. L'àmbar és un material plàstic pròpiament dit d'orige natural extraible o moleable per compressió.

Cristóbal Colón i atres exploradors varen descobrir que els natius suramericans jugaven en unes pilotes formades per un suc vegetal endurit de certs arbres de Brasil i en una elevada elasticitat que els permetien botar, varen ser dutes a Europa i se'ls va denominar goma de l'Índia-

La gutapercha, és una variació conformacional diferent al caucho del polímer d'isopré, que s'extrau d'un arbre de Malàsia i va ser introduïda en Europa al voltant del sigle XVIII i usada per a diverses aplicacions plàstiques en ortodoncia, per a la fabricació de boles de gòlf i com a aïllant de cables submarins, aplicació de la que va ser reemplaçat no fa molt, a finals del sigle XX.

No es deuria finalisar este primer recorregut històric sense mencionar els plàstics naturals, és dir, el conjunt de macromolècules biològiques o biopolímers que són consubstancials i responsables de la vida, que ya s'han comentat: proteïnes llargues seqüències d'aminoàcits i soport real de la majoria dels sers vius, l'ADN (llargues seqüències de àcits nucleics) transmissors de l'informació genètica i la manipulació de la qual ha donat lloc a nous i fascinants camps d'investigació com, entre uns atres, Ingenieria Genètica i Biotecnologia, polisacàrits (seqüències de glúcits) fonamentals en la majoria de cicles energètics. Cal incloure també en este apartat el conjunt de fibres naturals (cotó, seda,...) -precursors reals de les fibres sintètiques (nàilon, poliamida, polièster,...)- que l'home ve utilisant des de temps remot.

Entre els materials plàstics útils, definint com a útils aquells que es poden transformar, la goma laca, àmbar, "gutapercha" i ebonita són resines que no

s'obtenen per síntesis química i les seues aplicacions varen ser, per tant, escasses mentres que pel contrari els materials plàstics pròpiament dits varen ser els protagonistes d'una aventura extraordinària que va vore els seus albors en la segona mitat del sigle XIX i que a partir de les primeres décades del sigle XX s'ha desenrollat a un ritme vertiginós.

Per a reconstruir el naiximent de la moderna indústria dels materials polimèrics cal remontar-se a 1862, any en el que l'anglés Alexander Parkes va presentar en la Gran Exposició de Londres alguns objectes chicotets fabricats en "parkesine", un compost a pur de nitrat de celulosa, molejats per pressió.

Pocs anys mes tart, en 1868, el nortamericà John Wesley Hyatt buscant un substitut del marfil per a boles de billar, va mesclar en calent nitrat de celulosa en alcamfor i va inventar el celuloide. Hyatt i Parkes es varen disputar durant molt temps la prioritat de l'invent i tal i com succeïx sempre en estos casos, abdós tenien una miqueta de raó. En el deceni 1860-1870 s'havien acumulat en eixe sector tantes senyes i resultats experimentals, premisses importants de tota etapa en el desenroll de la Ciència, que els investigadors apleguen pràcticament ex aqueo als mateix resultats i molt a sovint sense saber-ho entre ells.

A l'història del celuloide podríem donar-li com a data d'inici l'any 1845, quan Schönbein va obtindre el nitrat de celulosa. Pero la primera fàbrica indústrial va ser, de qualsevol manera, la Hyatt Celluloid Manufacturing Company d'Albany en els Estats Units. Produïa el celuloide que, a bon dret, pot ser considerat el primer material plàstic pròpiament dit fabricat indústrialment, fundador d'una família numerosa que actualment conta en més de 40 components principals. Des de 1868 a 1920 l'indústria dels materials polimèrics va permanéixer en una activitat que podríem considerar com a secundària i ningú podria prevore que en el curs de pocs decenis caldria tindre tan espectacular èxit.

En 1925 la producció mundial dels materials polimèrics va alcançar a dures penes un total de 80.000 tonellades, mentres que en l'actualitat casi 400 millons de tonellades en a penes 100 anys. Per a l'afirmació del ferro, fusta i de la rajola com a materials tecnològics es varen necessitar sigles o millers d'anys, mentres que per als materials plàstics varen bastar uns pocs decenis i en tan breu interval de temps han conseguit canviar la faç al món. Més encara que les sifres relatives a les cantitats i tipos que es produïxen, és sorprenent el número d'aplicacions i l'importància que els materials polimèrics han tingut en la transformació de l'ambient en que vivim, de les màquines

que usem, de les ferramentes, de les vivendes, dels mijos de transport, de l'oci, de l'art, de l'indumentària, de la cultura, en suma, del món que nos rodeja. A tot lo anterior deuríem afegir totes les noves tecnologies que d'una forma o una atra han naixcut a l'ampar d'estos materials.

Centrant la nostra atenció en els plàstics, els materials polimèrics de major producció i consum, els plàstics constituïxen un gran grup de materials orgànics sintètics (o semi-sintétics) la comuna qualitat dels quals és que poden ser molejats. Els dos monòmers clau, etilé i propilé, que es produïxen per craqueo per vapor a alta temperatura (calfament a 750-950 C) d'hidrocarburs, aixina com la síntesis es produïx per energia obtinguda per mig d'hidrocarburs (7). La maleabilitat dels plàstics permet modificar la seua forma per mig de fundició, pressió o extrusió, i es poden crear formes des de film fins a conduccions d'elevades exigències i des de botelles tan llaugeres com a plomes fins a robusts contenidors de fem.

La producció global de plàstics està dominada pels termoplàstics. De la producció mundial total de plàstics, un 20% de la producció mundial total de plàstics correspon al polietilé (PE) de baixa i alta densitat, un 15% al polipropilé (PP) i un 10% per al policlorur de vinil (PVC) (8). En canvi, els plàstics termoestables (incloent poliuretans, poliimides, melamina, formaldehit d'urea) no canvien la seua forma per calfament una vegada en la seua forma definitiva.

L'àmplia existència dels plàstics en la nostra vida diària es pot valorar a partir de la seua presència en molt diversos objectes quotidians. A modo d'eixemple, els automòvils de hui en dia contenen mes de 150 kg de plàstics, sense incloure la pintura, els neumàtics de caucho, o les fibres en les rodes i tapissat. Els nous avions incorporen cantitats creixents de polímer i composts basats en polímer. En la necessitat d'aforrar combustible i per lo tant pes, els polímers continuaran reemplaçant als materials tradicionals en l'indústria d'automoció i de l'aviació. Aixina mateix, les aplicacions dels materials polimèrics en la construcció d'edificis (conduccions, sols, revestiment, aïllants tèrmics i elèctrics, pintures, llaminats decoratius) són impressionants i s'aniran incrementant en el futur. Una visita a través d'un supermercat nos pot convéncer ràpidament sobre l'importància dels materials polimèrics en l'indústria de l'envasament (botelles, films, fonts). Es podrien expondre molts més eixemples i la conclusió és evident, l'us dels polímers en l'actualitat supera als metals.

Pero els plàstics han trobat el seu paper més indispensable en l'àrea de la Salut en general i en el tractament de malalties infeccioses, en particular. La vida moderna ara comença (en la sales de maternitat) i termina (en les unitats de cuidats intensius) rodejats per productes plàstics. Per a aquells que no hagen comprés el paper dels plàstics en l'àrea de la salut, en els últims 3 anys han pogut vore-ho gràcies al COVID-19, en tot l'equipament de protecció que s'ha tingut que desplegar. També cal considerar aplicacions tan relevants com per a lents de contacte, soports dosificadors de medicaments, materials per a transplants, etc.

Existixen moltes raons que expliquen este èxit espectacular. Els plàstics són els primers materials que poden ser totalment elaborats per l'home i que es troben en una menudíssima proporció en la naturalea; han demostrat poder reemplaçar en eficàcia i a sovint en ventaja a casi tots els materials tradicionals; es poden dissenyar en característiques i propietats adequades segons les aplicacions; són materials nous i la seua virginitat permet l'experimentació de totes les formes i llibertat de proyecció; gràcies a la seua versatilitat poden, inclús, ser dissenyats en funció de les propietats requerides; a priori, són productes sense vinculació geogràfica, és dir, que la seua fabricació no està subjecta a l'existència de cultius o de jaciments, com en el cas de la fusta o del marbre o dels metals. La consciència real de la seua existència, va coincidir en el moment de major espenta cap a la producció i de major increment econòmic en l'història de la humanitat.

Per totes les raons prèviament expostes, si tinguérem que definir els últims cent anys, seria prou provable coincidir que els denominaríem com a l'Época dels Materials Polimèrics, "L'Era del Plàstic".

5.- Senyes històriques generals dels materials polimèrics

Sembla raonable, per a escomençar, proporcionar senyes contrastables sobre producció de materials plàstics i sobre la gestió dels seus residus, per aixina posar en context l'orige dels problemes que estan d'actualitat des de fa unes dècades. Com ya s'ha comentat, els plàstics, els materials polimèrics més abundants, sintetisats per l'home escomencen a aparéixer en el nostre món a finals dels anys vint del sigle XX i, de forma més significativa, despuix de la segona guerra mundial, a on alguns com el polietilé o els cauchos sintètics havien jugat papers estratègics. Això queda perfectament reflectit en les senyes que es poden extraure de l'organisació "Our World in Data", una font a on es poden trobar infinitat de senyes fiables sobre casi tot lo que ocorre en el nostre món. Les senyes que anem a discutir estan preses d'un

artícul de R. Geyer i colaboradors (13). L'evolució de la producció mundial anual dels plàstics durant els 50 últims anys ha segut exponencial des de uns pocs millons de tonellades fins a més de 400 millos en l'actualitat, que posteriorment es detallarà, en chicotets retrocessos molt puntuals durant la crisis del petròleu dels setanta i la recent recessió financera, ya en el sigle XXI. A les 400 millons de tonellades de plàstics produïts caldria sumar atres 70 mes, corresponents a la producció de fibres sintètiques (polièsters i poliamides) que es solen contabilisar-se separadament. I encara caldria afegir atres materials polimèrics que, sense ser estrictament plàstics (no es reblanixen quan es calfen), tenen problemes similars sobre els residus. L'eixemple més important són els cauchos vulcanisats empleats en els neumàtics d'automòvils.

Sent uns materials tan jóvens i que, llevat excepcions com el caucho natural, no es donen en la Naturalea, és relativament fàcil fer una estimació fiable de la cantitat total d'ells que els humans hem posat sobre la Terra. A partir de les senyes en l'artícul (13), es pot estimar que la cantitat global acumulada de plàstics en el món, pot alcançar un total d'uns 7.500 millons de tonellades i que l'evolució del creiximent de l'acumulació plàstics produïts també ha segut exponencial. Una cantitat certament impactant pero que no prové en la seua totalitat dels envasos de tot tipo que nos semblen omnipresents. Per eixemple, en Europa i en 2016, els fabricants d'objectes en plàstic varen usar 50 millons de tonellades de diferents materials plàstics. El 39,9% varen ser a envasos, pero també varen acabar en la construcció (19,7%), en automoció (10%), en material elèctric i electrònic (6,2%), en objectes de llar, oci i deport (4,2%), en agricultura (3,3%) i en un llarc etcétera d'uns atres (16,7%) en el que s'engloba l'us de plàstic en coses com a mobles, medicina,...

La següent qüestió a considerar és qué hem anat fent els humans en els residus plàstics provinents dels usos, tant de llarga com a curta duració, i com continuem gestionant eixos materials. De nou, la referència (13) nos proporciona una atra interessant información, fins als inicis dels huitanta, el nostre únic "tractament"; dels residus plàstics era deixar-los a on millor nos vinguera en gana. Posteriorment, i poc a poc, hem començat a reciclar-los i també a incinerar-los, açò últim com a estratègia destinada a recuperar l'energia implícita en ells. Pero, a nivell global i encara hui, la cantitat que acaba en abocadors, controlats o no, és superior a la mitat del total dels residus plàstics generats.

En l'Europa dels 28 (més Noruega i Suïssa), i segons senyes de l'organisació "Plastics Europe", la situació és alguna cosa millor que en moltes parts del món. En 2016, per

primera volta, el percentage de tonellades reciclades de residus plàstics (31,1%) va superar a les depositades en abocadors (27,3%) pero, i açò és alguna cosa que molta gent no sap, eixos percentages varen ser superats pels processos de recuperació d'energia (incineració) que nos varen ajudar a desfer-nos del 41,6% d'eixos residus i produir al mateix temps electricitat o calor. No en va, la combustió dels plàstics més usats proporciona una energia comparable o superior a molts dels combustibles tradicionals.

Analisant les senyes del tractament dels residuos de plàstics post-consum (reciclage, recuperació energètica i abocadors) per país es pot comprobar una diferencia apreciable entre grups de paisos. Com eixemple, en Alemània i Suïssa aproximadament el 50% dels residuos materials plàstics es tractent per mig de recuperació energètica i 0% en abocadors. En l'atre extrem paisos com Bulgària i Grècia a penes reciclen un 20% dels plàstics i casi el 80% es deixa en abocadors. Espanya es trova en un grup intermig de paisos, com Anglaterra i Italia, a on entre un 30-40% dels materials plàstics són reciclats, atre 40% es recuperat en abocadors i finalment només un 20% és utilisat en la obtenció d'energia.

En les senyes globals que s'han estat manejant per a Europa sobre residus plàstics i la seua gestió, els percentages atribuïts en els últims anys als residus reciclats tenen, no obstant, una considerable trampa. Per eixemple, en 2016 es varen arreplegar en l'àmbit europeu 27,1 millons de tonellades de plàstics post-consum, dels que, com hem dit dalt, un promig de 31,1% varen ser oficialment reciclats. Pero deuríem matisar eixa sifra, aclarint que mes de la tercera part (un 37%) dels declarats com a residus plàstics reciclats, ho han segut fora de l'àmbit de l'UE. Alguna cosa que ha vingut ocorrent des de fa anys, en els que els països europeus han estat exportant fem de tot tipo i condició a països emergents i en vies de desenroll, fonamentalment a China.

I, entre eixe fem, han estat els residus plàstics que, no fa falta dir-ho, en molts casos no se sap ni en quines condicions s'han reciclat, si s'han reciclat o han acabat en la mar o en els abocadors incontrolats que haureu vist en la prensa. Fins que China es va plantar a primers del 2018, tornant la pilota als països rics que, cínicament, havien anat complint els seus objectius de reciclat a pur de una eixida per la porta d'arrere d'un bon percentage dels seus residus. Des de llavors, uns atres s'han sumat a l'idea, com Malàsia que està tornant als espanyols tonellades de residus plàstics. La qual cosa està plantejant un problema sério als plans de reciclat de plàstic de moltes economies occidentals.

Per un atre costat, molts d'eixos països emergents, ademés d'acceptar residus plàstics estrangers, s'estan incorporant al nostre modo de vida i estan produint els seus propis plàstics i generant els residus corresponents. Per eixemple, China va importar en 2016 7,4 millons de tonellades de residus plàstics, pero ha generat per ella mateixa uns atres casi 61 millons. Ademés, China i atres països de l'àrea tenen costa i les seues estratègies de recollida i gestió de residus plàstics adolixen de deficiències, lo que té com a resultat que una part important d'eixos residus acaben en la mar (14). Entre els 20 països que més contaminen els oceans la majoria són del surest d'Àsia. Europa no apareix per no ser un país com a tal, pero estaria situada en els nivells d'EEUU, en un volum inferior a 0,5 tonellades mètriques per any.

I la major part d'eixos residus entra en la mar a través de les rets fluvials d'eixes mateixes zones, com ho corrobora les senyes d'un treball científc (15). Entre els 20 rius que més plàstics abocan a la mar 15 perteneixen al continent asiàtic, 3 són africans i 2 de Sudamèrica.

Una volta en la mar, els plàstics són arrastrats pel vent, les marees i les corrents marines, lo que pot fer que apareguen inclús en les zones mes recòndites del globo, com és el cas de la regió Àrtica. Ademés, en alguns punts significatius de l'oceà, les corrents es mouen en forma dels denominats girs. Un d'eixos girs, situat al Nort de l'Oceà Pacífic, ha contribuït a acumular en eixa zona concentracions més grans de residus plàstics que les que es donen en atres punts dels oceans. És l'eixemple més citat de les anomenades illes o pegats de fem, un concepte introduït pel oceanògrafo i marí Charres J. Moore en els anys 90 quan, tornant d'una regata entre Los Angeles i Hawai, es va trobar en una acumulació important de fem en eixa zona, la major part en forma de residus de plàstic. Des de llavors, el concepte és un icon sobre la contaminació marina per eixos materials, àmpliament citat en els mijos d'informació i en internet.

Pero caldria deixar clar que no són tals illes (de fet, en internet es comenta que fins i tot es pot caminar per elles). No obstant això, lo que es pot vore en eixa zona no es correspon en les imàgens en les que els mijos i les rets socials solen ilustrar els seus reportages sobre el tema, fotos que solen provindre d'acumulacions de fem en baïes tancades com la de Manila o en estuaris de rius com el Motagua, en Hondures, casi sempre despuix d'episodis meteorològics significatius com a tifons o pluges torrencials. Per a confirmar esta afirmació es pot recórrer a l'informació proporcionada per NOAA ("National Oceanic and Atmospheric Administration") americana, una de les agències més citades en l'àmbit migambiental. En el seu lloc

web i en una de les seues pàgines, ho explica de forma nítida: El nom "Illa de Fem del Pacífic"; ha dut a molts a creure que es tracta d'un àrea gran i contínua d'elements de rebujos marins fàcilment visibles, com a botelles, bosses, etc., similar a una illa real i que deuria ser visible en fotografies des de satèlit o "in situ" des de barcos. Este no és el cas. Si be es poden trobar majors concentracions d'elements de fem en este àrea, gran part dels rebujos són en realitat menudes peces de plàstic flotant que no són evidents a simple vista.

La bibliografia recent fa cada volta més incidència en l'important presència de les fibres textils en els mostrejos de microplàstics realisats tant en la mar com en la terra o l'aire. En el cas de la mar, s'havia estés l'idea de que la font fonamental de fibres (no solament sintètiques sino també naturals com el cotó) és el llavat de les nostres peçes de roba ya siga a mà o, sobretot, en les llavadores dels occidentals. No obstant, hui sembla cada volta més clar que, a lo manco en el cas dels països occidentals, les plantes de tractament d'aigua atrapen un percentage molt elevat d'eixes fibres. I es va imponent l'idea (16) de que, com a conseqüència de l'us que fem de diferents materials textils (les estores són una atra important font de fibres), la majoria d'eixes fibres passen a l'aire i d'ahí a la mar. Finalment, una atra font mes recent dels microplàstics en la mar són les microesferes o microcápsules de productes de bellea, pastes de dents, etc., utilisades en eixos productes com a agents abrasius i que, encara que no han aplegat a ser un component important en el total dels microplàstics en la mar (la producció global ha alcançat com molt unes 1700 tonellades/any en els pocs anys que s'han vingut usant), estan sent ya prohibides en USA i EU a partir de 2015 i substituïdes per substàncies inorgàniques com la sílice.

5.1- Producció global i europea de materials polimèrics

Pareix covenient detallar les senyes de la producció de materials polimèrics mundial i, en particular, l'europea i finalment la de la nostra Comunitat Valenciana. Aixina mateix, l'implicació econòmica i social d'estos productes que ens rodejen diariament de manera persistent, perque no dir-ho, necessaria. En este resum de senyes de producció de polímers només es consideraràn els polímers més usats, plàstics, fibres i elastòmers.

Plàstics

Com ya se ha mencionat, la producció mundial va aumentar en 2021 un 4% fins ser superior a 390 millons de tonellades. Lo que nítidament demostra la fort i continuada demanda de plàstics (17).

No obstant això, en Europa, en particular, encara hi ha desafius per davant. Les últimes senyes mostren que la cuota de China en la producció mundial de plàstics contínua creixent (arribant el 32% en 2021), mentres que la quota d'Europa -que va alcançar els 57,2 millons de tonellades en 2021- seguix disminuint (roçant el 15%). Açò confirma una pèrdua de competitivitat que podria agravar-se encara més per la crisis energètica i llogística derivades de la guerra d'Ucrània, restriccions de navegació en la Mar Roja i per les seqüeles de la pandèmia de COVID-19.

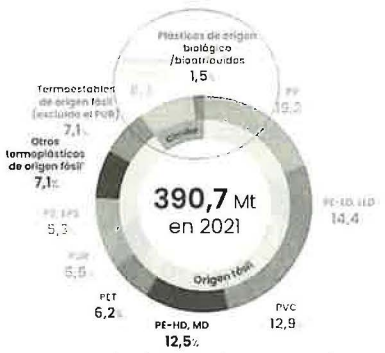
L'indústria europea de fabricants de plàstics es trova en transició. Cada semana és possible comprobar com les empreses de fabricació de materials plàstics invertixen enormes cantitats en despeses de capitals, temps, energia, imaginació i experiència per a cumplir en els objetius de circularitat i de zero emissions en 2050 en forma sostenible. Uns dels objetius fonamentals están centratats en la resolució dels problemas dels residus de plàstics i el canvi climàtic, al mateix temps que continuar oferint a les seues diferents cadenes de valor, als consumidors i a la societat, els numerosos beneficis que oferixen els plàstics.

Les senyes que a continucació, breumente, es van analizar només consideren els termoplàstics, termoestables i algunes fibres com Policlorur de vinil (PVC), polioxietilé (PO) i poliuretà (PU) (17).

Figura 3.- Plàstics en 2022

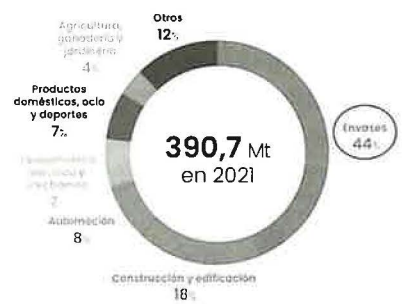
En la figura 3 es mostra la producció mundial de plàstics en 2021 (17). En 2021, el 90,2 % de la producció mundial de plàstics va ser d'orige fòssil. Els plàstics reciclats post-consum i els plàstics d'orige biològic/bio-atribuits, varen representar, respectivament, el 8,3 i el 1,5 % de la producció mundial de plàstics. Plàstics bio-atribuits, són aquells que en part (a vegades < 25%) estan formats per matèria d'orige vegetal (17).

Els plàstics reciclats més els plastics d'orige biologic/bioatribuits implicaren només que 9,8% en la producció mundial de plàstics. Cantitat de moment reduïda pero que en un futur pròxim anirà incrementant-se. Figura 4.



Distribució de la producción mundial de plàstics per tipo

Figura 4.- Distribució mundial plàstics per tipo



Distribució de la producción mundial de plàstics per aplicacions

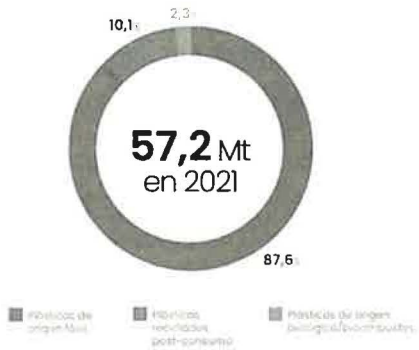
La distribució mundial de plàstics per la seua aplicació es mostren en la Figura 5. Els dos majors mercats mundials dels plàstics en 2021 varen ser envasos (44 %) i construcción i edificació (18 %). A continuació, el 8% en automoció, el 7% en equipament elèctric i electrónica, atre 7% en productes domèstics, ocio i deports, un 4 % en agricultura, ganadería i jardinería, com els mes rellevants (17).

Figura 5.- Distribució mundial plàstics per aplicacions

Des de el punt de vista socioeconòmic la rellevància dels materials plàstics en la Unió Europea dels 27 (UE 27) impliquen una balança comercial positiva de 14.400 millons d'euros. Per atra banda, l'indústria europea dels plàstics en la UE27 ocupa el 8º lloc en Europa en contribució al valor afegit indústrial per darrere de la fabricació d'equips elèctrics. Les industries dels plàstics també fan una contribució molt significativa a la solució del problema del reciclage i de l'economia circular en més de 10 tonellades de residus post-consum enviats per a reciclar en la UE27+Noruega+Suïssa+UK (UE27+3). D'eixes 10 tonellades, aproximadament 5,5 tonellades de plàstics reciclats post-consum es varen a reintroduir en l'economia de la UE27+3, un increment vora el 20% respecte a 2020.

Com sifres clau en 2021 es poden considerar: que hi han més de 52.000 empreses, la majoria d'elles Pymes, distribuides per tota Europa, en més de 1,5 millions

personas empleades en l'UE lo que representa un lleu increment respecte a 2020. L'indústria europea (UE27) dels plàstics va generar en 2021 un volum de negocis d'aproximadament uns 405.000 millons d'euros.

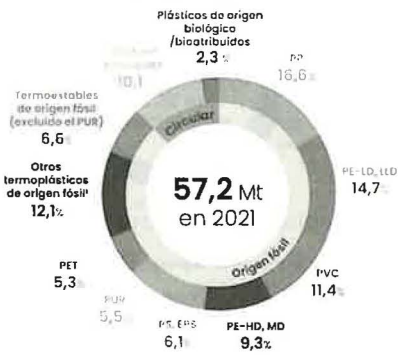


Producció europea de plàstics 2021

Figura 6.- Producció europea plàstics 2021

En 2021, la producció europea de plàstics va alcançar les 57,2 millons de tonellades. Els plàstics reciclats post-consum i els plàstics d'orige biològic/bioatribuits varen representar, respectivament, el 10,1 % i el 2,3 % de la producció europea de plàstics. Mentres que el 87.8 % correspond a plàstics d'orige fòssil. Com es pot vore en la figura 6. Cal indicar que la producció de plàstics d'orige fòssil és un 3% inferior en Europa que respecte a la producció mundial (17).

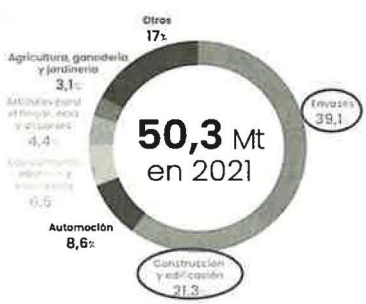
En 2021, els plàstics circulars varen representar al voltant del 12,4 % de la producció europea de plàstics. De nou, en Europa la producció de plàstics de manera circular és llaugeramente major (2,3 %) en comparació en les senyes a nivel mundial. Com està indicat en la Figura 7 (17).



Producció europea de plàstics per tipo 2021

Figura 7.- Producció europea plàstics tipo

En 2021, els envasos (39,1 %) i la construcción i edificació (21,3 %) varen representar en diferència els majors mercats dels plàstics en l'UE27+3. El tercer mercat més important és el sector de l'automòvil (8,6%). En este análisis per aplicacions, es pot comprobar que la producció d'envasos ès aproximadament un 5 % inferior en Europa en comparació en la producció mundial, mentres que en la construcció hi ha un increment d'un 3 % en Europa respecte al restant del mòn. Figura 8.



Distribució de la producció europea de plàstics per aplicacions

Figura 8.- Distribució plàstics per aplicacions

L'objetiu d'economia circular i arribar a zero emissions implica la recuperació i posterior reciclage dels diferents materials que s'utilisen en la vida quotidiana. En el cas dels materials polimèrics i en particular en els plàstics ya s'han comentat breument les diferents vies de recuperació i posterior formes de reciclage, per a la seua posible incorporació als processos de producció.

A continuació es pretén fer una valoració cuantitativa de l'implicació de l'evolució de la gestió dels residus plàstics post-consum a nivell europeu i despuix concretant en les senyes en Espanya (17). En 2020, es varen arreplegar 29,5 millons de tonellades de residus plàstics post-consum en l'UE27+3. Els índexs de reciclage de residus plàstics són 13 voltes majors quan s'arrepleguen de forma selectiva comparat en els residus que provenen de la fracció mixta. Específicament, en 2020 de les 15 millons de tonellades de recollida per mig de fracció mixta de residus només el 5 % varen ser reciclats, un 57 %, la majoria, va ser reciclat per recuperació energètica i el 38 % estigueren depositats en abocadors. Per atra banda, un 65 % dels residus per mig de recollida selectiva, depositats en contenidors grocs, varen ser reciclats, un 27 % per recuperació energètica i 8 % anaren als abocadors. Una información interessant en els processos de reciclage és la evolució de la gestió dels residus plàstics post-consum. Concretament en la UE27+3, des de 2006 a 2020 s'observa un descens important d'un 47 %, des de 12,9 fins 6,9 millons de tonellades, de plàstics depositats en abocadors. En canvi, tant la gestió per recuperació energètica com reciclage han incrementat de manera significativa la seua participació en el maneig dels residus plàstics, 77 % i 117 %, respectivament. De manera global, dels 29,5 millons de tonellades de residus plàstics el 42 % varen ser gestionats per mig de recuperació energètica, un 35 % per reciclage i un 23 % per depòsit en abocadors.

Si enfoquem l'atenció en els envasos, possiblement els materials plàstics mes habituals i en el foc d'atenció del problema de l'us de plàstics, en 2020, la taxa global europea de reciclage d'envasos plàstics post-consum va alcançar el 46 % (segons l'antiga metodologia de càlcul de la Directiva d'Envasos i Residus d'Envasos), front al 42 % de 2018, lo que supon un aument d'aproximadament el 9,5 %. Aixina mateix, l'evolució de la gestió del reciclage dels residus d'envasos plàstics es una informació molt rellevant. El reciclage dels envasos plàstics es va incrementar un 110 %, des de 3,9 fins a 8,2 millons de tonellades entre 2008 i 2020, la gestió per recuperació energètica va aumentar un 78 % i, afortunadament, per depòsit en abocadors va supondre un descens del 57 %.

De les 2.567 mil tollenades de plàstics enviades a gestionar en Espanya, entre 2006 i 2020, les cantitats enviades a reciclar varen aumentar un 137 % (de 483 fins 1106 mil tollenades), la recuperació energètica va incrementar un 73 % (311 fins 538 mil tonellades) i el depòsit en abocadors va disminuir un 45 % (de 1.686 fins 923 mil tonellades). Estes sifres impliquen una evolució molt favorable en l'ambit del maneig dels residus plàstics i el seu posterior potencial us en la producció de nous materials plàstics. Si considerem en particular la gestió dels 1.715 mil tonellades d'envasos plàstics gestionats en Espanya, de 2006 a 2020, les cantitats enviades a reciclar varen aumentar un 133 % (381 fins 889 mil tonellades), la recuperació energètica es va incrementar un 3,8 %, i el depòsit en abocador va disminuir un 43 %. Estos resultats indiquen un canvi de tendència molt important cap al reciclage respecte a la gestió dels envasos plàstics en Espanya i una disminució prou significativa en el depòsit dels envasos plàstics en abocadors.

Fibres

Com en el cas dels materials plàstics, la producció mundial de les fibres sintètiques seguix sent major que la de les naturals. La participació de les diverses fibres en diferents usos finals indica que en promig, un 47% s'utilisen en la fabricació de vestimentes, un 30% en textils d'interior (estores, tapisseria) i 23% en usos indústrials (IWTO, 2021) (International Wool Textile Organization) (18)

D'acort a l'Informe sobre el mercat de materials 2022 publicat per "Textile Exchange" (19), en 2022 es varen produir 116 millons de fibres. D'eixe total, 75,5 millons corresponen a fibres sintètiques, ya descrites previament. En els dos anys anteriors, la producció de sintètics representava el 62% i 64% i en l'any 2022 va aumentar a 65%.

El polièster és el més fabricat i representa el 54% de la producció anual, seguit per la poliamida (5%) i atres sintètics com el polipropilé, l'acrílic i el "elastano" (5,2 %).

Per la seua banda, la fabricació de fibres de celulosa va aumentar, en 2022, a 7,3 millons de tonellades, sifra que representa el 6,3% del total. La producció de viscosa va representar el 4,73%, l'acetat, 0,78 %, el LyocellG, 0,26 %, el modal, 0,17 % i el cupro 0,01 % (19).

Tant Lyocell, modal i cupro són fibres basades en la celulosa. El Lyocell és una fibra d'orige vegetal, pero també està processada en substàncies sintètiques alvançades. Això significa que no és ni tot natural ni tot sintètic: està en el mig. I tècnicament

parlant, això la convertix en una fibra semisintètica. La base del Lyocell es pulpa de fusta, en particular, d'eucalipte. Esta pulpa de celulosa es tracta en disolvents químics per la modificació de forma no de la composició de la celulosa. Per atra banda, el modal, rayó "HWM" (per les inicials de "High Wet Modulus") o «fibra "polinósica"» és també una fibra artificial de celulosa regenerada; és dir, un tipo de rayó. Normalment es fabrica pel procés de la viscosa; posseïx alta tenacitat i alt mòdul d'elasticitat en mullat. Les fibres de modal es poden utilisar mesclades en atres materials i fibres textils per a formar part de teixits i no teixits. El "cupro" és una fibra de celulosa artificial fabricada a partir de cotó de lli (o residus de cotó).

Front a açò, les fibres naturals varen vore disminuir la seua producció. En 2020, el descens en la fabricació va ser del 29,9%, en 2021, del 28% i en 2022 va baixar al 27% del total. El cotó va ser la fibra natural més produïda i va aplegar a 25,5 millons de tonellades (22% de la producció mundial), la fabricació de lli va representar el 0,32%, el cànem 0,26% i la categoria "atres fibres", 4,60%.

Sobre les fibres fabricades en material d'orige animal, sense incloure el cuiro, en 2022 es varen produir 1,9 millons de tonellades, és dir l'1,6% de la producció mundial.

La producció de cotó reciclat es va mantindre estable en 2021/2022 i es va ubicar en el 1%. Lo mateix va succeir en el "elastano" (copolímer uretà-urea) reciclat (3%) i les poliamides (2%). Lo que sí va aumentar va ser la producció de llana reciclada que va passar del 6% en 2021 al 7% en 2022.

Sobre el cuiro, es varen produir a nivell mundial (en 2022) 13,4 millons de tonellades de les quals el 70% va correspondre a vacuns. El cuiro d'ovella va representar el 14%, el de cabra, el 10% i el de brúfol, el 6%.

Seguint en les fibres naturals, les fibres animals (sense incloure el cuiro) varen representar 1,9 millons de tonellades produïdes en 2022, és dir, l'1,6 % de la producció mundial. Estes sifres mostren un llauger aument de les cantitats en els dos últims anys, i un nivell mig entre les quotes de mercat observades en estos dos anys. En prop d'1,1 millons de tonellades, la llana representa l'1 % de les fibres mundials, per davant de les plomes (0,52 %), la seda (0,08 %) i unes atres.

Fibres reciclades i pell

La taxa de reciclage del residu textil és, no obstant, molt baixa. A penes un 13% es recicla despuix del seu us. Les sifres relatives a les fibres reciclades mostren una

contracció de la quota del polièster reciclat. En 2021, el polièster reciclat representava el 14,8 % del polièster produït en el món. Esta quota ha baixat al 13,6 % en 2022. Esta baixada pot ser explicada per una combinació de factors, inclós el mercat cada volta més competitiu de botelles de plàstic com a matèria primera, l'inversió insuficient en reciclage de textil a textil i el creiximent del polièster verge d'orige fòssil, han contribuït a esta tendència (19).

L'informe de "Textile Exchange" (19) també analisa la producció de pell. A lo llarc de l'any es varen produir en tot lo món uns 13,4 millons de tonellades. Les vaques representen el 70 % de la producció, molt per davant de les ovelles (14 %), les cabres (10 %) i els brúfols (6 %).

L'indústria textil és una de les de major impacte ambiental del planeta. La producció global textil pràcticament es va duplicar en 20 anys, de 58 millons de tonellades (Mtn) en 2000 fins 109 Mtn en 2020, i està previst que arribe a 145 Mtn en 2030, lo que ha supost, aproximadament, un 60 % d'increment (20).

Este aument, unit al model de consum actual, comporta la generació de grans cantitats de residus textils. Cada any, es rebugen uns 5,8 millons de tonellades de productes textils, lo que equival a 11,3 kg per persona. La taxa de reciclage del residu textil és, no obstant, molt baixa. A penes un 13% es recicla despuix del seu us.

Ademés, és important resaltar, que la producció textil utilisa molta aigua, ademés de terres per a cultivar cotó i atres fibres. Es calcula que l'indústria textil i de la confecció mundial va utilisar 79.000 millons de metros cúbics d'aigua en 2015, mentres que les necessitats de tota l'economia de l'UE varen ascendir a 266.000 millons de metros cúbics en 2017. Molt interessant: *Per a elaborar una sola camiseta de cotó, les estimacions indiquen que es necessiten 2.700 litros d'aigua dolça: la cantitat d'aigua que una persona beu en dos anys i mig* (20). El sector textil va ser la tercera font de degradació de l'aigua i de l'us del sol en 2020. Eixe any també, es va necessitar una mija de nou metros cúbics d'aigua, l'us de 400 metros quadrats de terra i 391 quilograms (kg) de matèries primeres per a proporcionar roba i calcer a cada ciutadà de l'UE.

També ha canviat la forma en que les persones es desfan de la roba no desijada, ya que solen tirar les penyores a abocadors en lloc de donar-les. No obstant, menys de la mitat de la roba usada s'arreplega per a ser reutilisar-la o reciclar-la, i només el 1% es recicla en roba nova, ya que les tecnologies que permetrien reciclar la roba en fibres vérgens estan escomençant a aparéixer ara. Solament entre 2000 i 2015, la

producció de roba es va duplicar. Mentres que l'us mig que es fa d'una peça de roba de vestir ha disminuït en l'actualitat. Els europeus consumixen casi 26 kg i es desprenen d'uns 11 kg de textils cada any. La roba usada pot exportar-se fòra de l'UE, pero la majoria (87 %) és incinerada o depositada en abocadors.

La dificultat principal del reciclat textil a nivell mundial es deu a que els residus textils no se separen del restant de fraccions de residus, una situació similar als plàstics. És un procediment molt complex i costós classificar els materials degut a que les penyores solen mesclar diferents materials que és necessari separar per al seu reciclat (21).

Qualsevol peça de roba de vestir, per la seua naturalea, sol combinar vàries fibres en la seua composició, eixemple "50% cotó, 50% polièster" o integrar etiquetes i fils fabricats en un atre material com a cremalleres, botons, reblones, fils i tenyides (20).

El reciclat textil és el procés de convertir rebujos textils i restants de roba en nous productes o materials textils, de manera que es tornen a introduir en el cicle de producció i consumix productes que ya havien aplegat al final de la seua vida útil.

El sector textil deu fer front a importants reptes i barreres per a assegurar el reciclage del residu textil. Un dels més rellevants és la revalorisació de mescles de fibres d'una forma econòmica i ambientalment sostenible. Una atra part fonamental són processos de separació i classificació que generalment es realisen de forma manual, suponent un cost i coll de botella per al reciclat.

Algunes claus per a permetre la reparació, reutilisació, i reciclage textil serien el disseny de productes mono-material o, en el seu cas, de productes que possibiliten el desmontage i separació per components per al seu reciclat. Esta metodologia d'incorporar criteris ambientals des del disseny inicial del producte es coneix com "Ecodiseny".

Les dos formes habituals del reciclage dels residus textils són: químic i mecànic. El reciclat químic consistix en un procés en dos etapes: depolimerisació-polimerisació. En el procés de depolimerisación, les cadenes polimèriques es dividixen en les seues unitats fonamentals (monòmers), les quals s'aïllen i s'usen en una etapa posterior de polimerisació, lo que permet obtindre nous polímers en propietats similars a les del polímer original, reciclant aixina els residus textils un número infinit de voltes sense pèrdua de propietats. Les ventages del reciclat químic de les fibres textils es poden resumir: a) permet reciclar tot tipo de residus textils independentment del seu estat

de degradació, és dir, ya siguen d'orige post-indústrial, pre-consum o post-consum; b) permet reciclar els residus independentment dels contaminants presents en les fibres textils (aditius, tenyides i acabaments superficials); c) permet reciclar els residus un número infinit de voltes sense pèrdua de propietats ("upcycling" "supraciclar"); d) reduïx el consum de matèries primeres d'orige fòssil, gastant residus textils com a matèria primera per a l'obtenció de nous productes textils; e) la reducció del consum de matèries primeres d'orige fòssil, aixina com la recirculació i reutilisació de tots els reactius químics involucrats en el procés, supon un procés químic en residu pràcticament zero (21).

El reciclat mecànic del textil és una tècnica utilisada per a recuperar i reutilisar materials textils en l'objectiu de reduir l'impacte ambiental causat pels rebujos textils. Este procés consistix en descompondre els textils usats en els seus components bàsics (com a fibres) per a despuix convertir-los en nous productes o materials. D'esta manera, els residus textils tornen a introduir-se en la cadena de valor textil donant lloc a un nou producte d'alt valor afegit.

Els textils se someten a processos mecànics, com el desfibrat, per a separar les fibres dels atres components. Depenent del tipo de material i de l'aplicació desijada, poden utilisar-se diferents métodos de desfibrat, com el triturat, el cardat o l'esgarrat.

Una volta descomposts en fibres, estes poden estar contaminades en impurees, com a botons, cremalleres, tenyides o residus, per lo que és necessari portar a terme un procés de neteja per a eliminar estes impurees i obtindre fibres netes i llistes per a ser reutilisades.

El reciclat mecànic del textil té varis beneficis ambientals, com la disminució de la contaminació i l'us de recursos naturals en reduir la necessitat de produir noves fibres a partir de matèries primeres vérgens.

Este procés també té llimitacions, ya que certs tipos de textils, com aquells en mescles de fibres, poden ser més difícils de reciclar mecànicament per les diferències en les propietats de les fibres. Ademés, la calitat de les fibres reciclades pot no ser igual a la de les fibres vérgens, lo que pot llimitar el seu us en certes aplicacions textils d'alta gama (21).

Davant esta realitat les empreses del sector impulsades per la Comissió Europea a través de el "Pacte Vert Europeu" treballen en noves estratègies per a que el sector textil siga més sostenible i circular.

Elastòmers

Els elastòmers sintètics són moleables com el caucho natural fabricat a partir del làtex, pero al mateix temps són més resistents a la calor i als productes químics i no depenen de les collites ni del clima. El caucho sintètic és essencial per a numerosos productes quotidians i aplicacions tècniques. Cada any es consumixen més de 11,8 millons de tonellades d'elastòmers..

L'àrea d'aplicació més important dels elastòmers sintètics són els neumàtics per a tot tipo de vehículs: al voltant del 54% de la demanda mundial total és atribuible als neumàtics originals i de recanvi. No obstant, els materials elàstics també són necessaris per a molts atres productes de l'indústria de l'automòvil: Mànegues, cables, juntes, perfils de finestres i portes, pero també per a soports de motor o manches per a esmortidors. Els analistes de Ceresana (institut d'investigació econòmica de mercat) preveuen que la demanda mundial d'elastòmers sintètics en l'indústria de l'automòvil aumente un 2,6% anual fins a 2030.

Productes tècnics de caucho

El segon àmbit d'aplicació més important dels elastòmers sintètics és el dels productes tècnics dimensionalment estables pero elásticament moleables, com les cintes transportadores, els revestiment de rodells, les peces molejades i les làmines per a teulades. Hi ha una creixent demanda de productes de caucho per part de l'indústria química, l'ingenieria mecànica, l'indústria de la construcció i l'indústria elèctrica i electrònica. El caucho sintètic també s'utilisa per a modificar materials, és dir, com a mescla d'atres materials. Es preveu que la demanda mundial de plàstics elàstics en els sectors indústrial i de la construcció aumentarà un 2,4% anual fins a 2030 (22).

Diferents graus d'elastòmers sintètics

Els elastòmers sintètics es fabriquen a partir de matèries primeres petroquímiques, principalment estiré i butadié. El caucho d'estiré-butadié (SBR) és, en molt, el producte més important en l'actualitat, en uns 5,1 millons de tonellades consumides en 2020. El SBR es produïx per polimerisació en emulsió (I-SBR) o per polimerisació en solució (S-SBR). L'I-SBR representa actualment al voltant del 62% de la demanda total de SBR. No obstant, la demanda de S-SBR s'està desenrollant de forma més dinàmica, en taxes de creiximent del 3,0% anual. L'indústria del neumàtic és el mercat més important per al SBR, aixina com per al caucho de butadié (BR), el caucho

de butil (IIR) i el poliisopré (ANAR). Atres productes d'elastòmers, en canvi, s'utilisen principalment per a productes indústrials i de la construcció i per a la modificació de materials: per eixemple, el caucho de etilé-propilé-diene (EPDM), el clorobutadié (CR) i el caucho de acrilonitril-butadié (NBR) (22).

La producció global de materials de caucho en 2017 va ser aproximadament de 26,7 millons de tonellades, dels quals 12,31 millons són de caucho natural i 14,46 millons de caucho sintètic. Les canonades de conducció, cinturons i sabates en caucho com un component important, constituïxen diversos tipos de productes de rebuig de caucho. No obstant, les indústries de rodes, com l'aplicació majoritària dels cauchos (65 % de la producció global), generen les cantitats majors de residus de materials d'elastòmers. Per lo tant, el reciclat de caucho habitualment es definit com reciclat de rodes. Hui en dia, 1.500 mil millons de rodes per any són rebujades mundialment contenint fins a un 90 % de caucho vulcanisat que no poden fàcilment ser reciclats (reprocesats) per la complexa estructura entrecreuada. Els cauchos vulcanisats s'usen en la fabricació de rodes degut a que estos materials termoestables poden mantindre molt diverses condicions mecàniques i tèrmiques mentres que les seues propietats a penes varien en la temperatura. Per la complexa formulació de les rodes de caucho, resulta un sério dilema per a l'indústria de les rodes trobar métodos pràctics en un cost adequat per al reciclat dels residus de les rodes. L'us d'abocadors es pot considerar l'aproximació mes fàcil per a desfer-se dels residus de rodes. S'han propost atres maneres de reciclat com a forma final de la vida de les rodes entre elles la recuperació energètica i la pirolisis. Els residus de rodes, que contenen més d'un 90 % en materials orgànics en un valor calorífic de 32,0 Mega juliols/kg (el valor calorífic del carbó és 18,6-27,9 Mega juliols/kg) s'han utilisat en l'objectiu de recuperació d'energia. Per eixemple, els residus de les rodes s'han usat com a fonts de combustible en forns d'indústries de ciment, que són mes amigables en el mig ambient comparat en la combustió del carbó.

Les senyes més recents, l'any 2022, informen que es varen produir al voltant de 14,5 millons de tonellades mètriques de caucho natural a nivell mundial, lo que supon un increment d'alguna cosa menys d'un milló de tonellades sobre l'any anterior. Comparant la producció de caucho en 2000, 6,8 millons de tonellades mètriques, esta s'ha prácticamente duplicat.

Els elastòmers termoplàstics (TPE) són materials reciclables, i en el seu reciclage es pot contribuir a reduir els residus i conservar els recursos. El procés de reciclat dels TPE consistix en arreplegar i classificar els residus plàstics, triturar-los en trossos

menuts ("granzas", "pelets") i, a continuació, fondre'ls i molejar-los, per les diverses tècniques de transformació ya mencionades per a fabricar nous productes.

Un elàstomer també important a nivel indústrial és la silicona, ya mencionat i que ha format una part molt important en l'inici de la meua activitat investigadora. La silicona és un polímer inorgànic derivat del polisiloxane, està constituït per una série d'àtoms de silici i oxigen alternats. És inodor i incoloro. La silicona és inert i estable a altes temperatures, lo que la fa útil en gran varietat d'aplicacions indústrials, com a lubrificants, adhesius, mòles, i en aplicacions mèdiques i quirúrgiques, com a pròtesis valvulars, cardíaques i implants de mames. Pot esterilisar-se en òxit de etilé, radiació i processos de autoclau. Constituïxen la branca més important dels derivats organosilícics; la característica essencial dels polímers és la de presentar en la seua molècula, ademés de l'enllace silici-carbono, l'enllaç silici-oxigen, el qual dona orige al seu nom: silicona.

Ademés, es denomina silicona a la família de composts químics sintetisats per primera volta en 1938 James per Franklin Hyde investigador de Corning Inc. (EE.UU).

El mercat global d'elastòmers de silicona s'espera que el tamany alcance en 2032 els 19,28 mil millons dòlars USA i registre una taxa composta anual d'ingressos constant del 7,4% durant el periodo de pronòstic, segons l'últim anàlisis de "Emergixen Research".

Els elastòmers de silicona són adequats per a aplicacions d'aïllament elèctric per la seua alta resistència dielèctrica, que no promouen falles en l'aïllament de la superfície, ya que són hidròfops i resistents a altes temperatures, ultraviolats (UV) i ozon. L'us d'elastòmers de silicona per a una àmplia gama d'aplicacions ha aumentat en el sector de l'electrònica, ya que l'indústria pot confiar en una diversitat excepcional de química i dissenys de polímers de silicona per a superar els desafius tècnics. Per eixemple, l'indústria dels components d'aplicació de diodos Emissors de llum (LED) està bregant en l'aument del fluix de llum i les demandes de calor.

Per la seua versatilitat ha segut usat en èxit en múltiples productes de consum diari. Tal és el cas de lacas per al cabell, labials, protectors solars i cremes humectants. Donada la seua baixa reactivitat ha segut àmpliament usada en l'indústria farmacèutica en confecció de càpsules per a facilitar l'ingestió d'alguns medicaments, en antiàcits baix la designació de "meticona". Hi ha més de 1.000 productes mèdics en els quals la silicona és un component. També és una substància comunament usada com a lubrificant en la superfície interna de les cheringues i

botelles per a la conservació de derivats de la sanc i medicaments intravenoses. Els marcapasos, les vàlvules cardíaques i el "Norplant" usat com recobriment de silicona. Són també fabricats en silicona artefactes implantables com les articulacions artificials (genolls, caderes), catéters per a quimioteràpia o per a l'hidrocefàlia, sistemes de drenage, implants.

Una atra aplicació és la silicona per a mòles com a alternativa al làtex en la fabricació de mòles per les seues propietats flexibles i antiadherents.

La demanda mundial de silicona es va acostar als 12,5 mil millons de dolars USA en 2008, un 4 % més que l'any anterior. Va continuar tenint un creiximent similar en els anys següents fins a aplegar a 13,5 mil millons de dólar USA en 2010.

6.- Productes per a síntesis de polimers

Els monòmers són les unitats moleculars bàsiques per a l'obtenció de materials polimèrics sintètics per mig de polimerisació. La seua síntesis química està vinculada habitualment a productes primaris obtinguts del petròleu en plantes petroquímiques. En la Comunitat Valenciana, concretament en Castelló, es dispon d'una important indústria de producció de monòmers, en particular de "caprolactama".

La "caprolactama" (CPL), de fòrmula química $C_6H_{11}NO$ (Figura 9), és el monòmer clau en la síntesis del nàilon 6 (5), es pot produir a partir de tres matèries primeres d'hidrocarburs: ciclohexà, fenol i toluè. És l'únic compost, que la IARC (Agència Internacional per a l'Investigació del Càncer) classifica com a provable no carcinogen humà, en el grup 4. Aproximadament el 68% de la producció mundial de CPL s'obté a partir de ciclohexà, 31% a partir de fenol, i 1% a partir de toluè. Tota la producció basada en ciclohexà i en fenol procedix de la formació de la "oxima" de la "ciclohexanona". En el 94% de la producció de "caprolactama" basada en ciclohexà i en fenol, la formació d'esta "oxima" requerix una etapa d'oxidació d'amoníac.

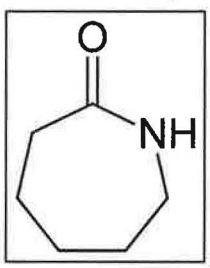


Figura 9.- Fórmula Caprolactama

La poliamida 6 és un material en gran resistència que s'usa en una àmplia gama d'aplicacions, com a trages de bany, roba interior, llandes, textils indústrials, cinturons de seguritat i plàstics d'ingenieria.

UBE Corporation és l'indústria responsable de la producció de "caprolactama" en Castelló, molt pròxima a la petroquímica, i es troba entre les dèu indústries més importants del món. UBE és una empresa d'orige japonés que es va implantar fa més de 50 anys en Castelló. Esta empresa també produix elastòmers com caucho de polibutadié. El polibutadié (PB) és un caucho sintètic, és un polímer format a partir del procés de polimerisació del monòmer 1,3-butadié. Té una alta resistència al desgast i s'utilisa especialment en la fabricació de neumàtics, que consumix al voltant del 70% del polibutadié produït.

Aixina mateix, UBE fabrica també products per a resines de poliuretà. Les resines de poliuretà són un producte indústrial, a sovint utilisat en la fabricació de tintes, la formació de mòles, en plàstics i materials adhesius. Estes resines són maleables, les seues propietats de durea i elasticitat poden alterar-se, i una volta assentades en la seua forma final, no tornen a la forma que tenien originalment. Les resines de poliuretá tenen una àmplia varietat d'usos, tant en bens de consum com en propòsits indústrials. En bens de consum, estes resines es troben en tintes, pintures, composts per a modelació, composts adhesius, verniços i atres capes protectores. Es poden produir en formes variades, incloent formes dures, lluentes, cobertura resistents als solvents o a l'abrasió i gomes resistents als solvents, com també fibres i bromera flexibles o rígides. La versatilitat i les resines de poliuretá es reflectix en el fet de que els usos actuals d'este material inclouen pisos, cobertura per a taules de surf, papers, joyes i taulers per a circuits. La resina de poliuretá s'usa com a component de la película de pintures usades per a preparar la superfície d'acer dels cossos d'automòvils.

El mercat mundial de "caprolactama" ha segut de 15 mil millons de USA dólars i s'espera que creixca fins a 19 mil millons en 2029. Ademés, la producció mundial de fibres químiques sintètiques (nàilon 6, poliamida, etc.) va aumentar un 9,2% en l'any 2021 i va alcançar els 80,9 millons de tonellades mètriques.

7.- Indústria textil en la Comunitat Valenciana

Les fibres formen una part important de la cultura i economia de la societat valenciana, basta recordar la seda i les fibres dels panys, en Valéncia i l'àrea d'Alcoi, respectivament.

La producció mundial de fibres en 2022 va alcançar aproximadament un total de 114.000 tonellades, dels que 88.000 tonellades correspond a fibres obtengudes per síntesis química. En la Comunitat Valenciana hi ha aproximadament 1.600 empreses.

L'indústria valenciana del textil i confecció ha aumentat un 13 % la seua facturació i un 18 % les seues exportacions en 2022 en relació a l'any 2019, i ha mantingut el nivell d'ocupació respecte a l'any passat, segons revelen les senyes de la patronal de l' Associació textil valenciana (Ateval).

La sifra de negoci d'este sector va ascendir a 2.275 millons d'euros l'any passat, front als 2.016 millons de 2019, i dona ocupació a 22.270 persones, alguna cosa menys dels 22.814 de 2019 pero cinccentes ocupacions més que l'eixercici anterior.

El número d'empresas implicades en l'àrea de fabricació i manipulació de fibres textiles en Espanya según senyes de 2014 són: a) 391 en la preparació dels fils de fibres; b) 397 en la fabricació de teixits textiles; c) acabats textils 637 i d) 3189 en la fabricació de teixits de punt i productes a partir de textils, exceptuant prendes de vestir.

Concretament en la Comunitat Valenciana en 2022 el número d'empreses en la producció textil son: 925 en Alacant, 579 en Valéncia i 74 en Castelló. El volum económic implicat són 2.275 millons € en un número de treballadors de 22.270. La majoria de fabriques en la provincia d'Alacant es concentran en l'Foya d'Alcoy, com Alcoy, Concentaina, Banyeres de Mariola, entre atres poblacions.

Les fibres sintètiques són majoritaries en el procés de fabricació de l'indústria textil. No obstant, i per la relevància històrica i social consideraren de manera prioritària la fibra de seda.

A) La Seda natural

El fil de seda és una fibra natural formada per proteïnes, produïdes per diversos cucs en teixir capolls dins dels quals els seus cossos sofrixen metamorfosis a arnes.

La seda procedix d'un líquit viscós segregat per certes glándules d'alguns artròpodes, com els cucs i les aranyes, que ix del cos per orificis molt menuts i es solidifica en contacte en l'aire formant fils finíssims i flexibles.

Des de el punt de vista químic la composició del bri de seda és una proteïna, la fibroïna, constituïda per l'unió dels aminoàcits glicina (GLY), alanina (ALA) i serina (SER) en l'estructura GLY-SER-GLY-ALA-GLY i estructura secundaria forma beta-làmines, com las de la plastocianina mostrada en la figura de la página 6. La formació dels enllaços d'hidrogen es constituïxen mentres la cara de les cadenes es troba per damunt i per baix del pla de la cadena de ponts d'hidrogen.

L'alta proporció de glicina, que és l'aminoàcit més simple, dels 20 bàsics, en una gran flexibilitat, permet un empaquetat ferm gràcies al com les fibres es fan fortes i resistents al estirament. La resistència a la tensió és deguda als enllaços covalentes, ya descrits, peptídics. Ya que la proteïna pren la forma d'una làmina-beta, quan el teixit s'estira la força es transmet a estos forts llaços i d'esta manera la fibra no es trenca.

La seda és resistent a la majoria dels àcits minerals pero és fàcilment soluble en àcit sulfúric. Es torna groguenca per transpiració.

La fibra de seda té una secció travessera triangular en cantons redonejats. Açò reflectix la llum a diferents ànguls, donant a la seda una lluentor natural. Té una textura suau i plana, no esvarosa, a diferència de les fibres sintètiques. El seu denier (densitat llineal de massa de fibres) és de 4,5 g/d quan està seca i de 2,8-4,0 g/d quan està mullada.

La seda és una de les fibres naturals més resistents, pero pert fins al 20 % de la seua resistència quan està humida. Té bona capacitat per a recuperar-se de la humitat, d'al voltant d'un 11 %. La seua elasticitat és de moderada a pobra: si s'estira més allà d'un cert llímit de força, tarda un temps en recuperar la seua forma prèvia. Ademés és un teixit sensible a la llum solar, podent-se debilitar la seua estructura si s'expon molt al sol, per el potencial parcial trencamente dels ponts d'hidrogen. També és especialment vulnerable a l'acció dels insectes, com les arnes si està bruta. La seda és un conductor pobre de l'electricitat, per lo que pot acumular càrregues estàtiques, en particular per efecte del roçament.

Una gasa de seda sense llavar pot encollir-se fins a un 8% del tamany total per una relaixació de la seua macroestructura. Per lo tant la seda deuria ser pre-llavada abans d'elaborar peces de roba o be netejar-se en sec. La neteja en sec pot reduir el volum de la gasa fins a un 4 %. En ocasions, esta reducció pot ser revertida per mig de l'aplicació d'un suau vapor en una roda de prensa de tela.

B) Fibres artificials i sintètiques

Com ya s'ha descrit en l'apartat 3.3 en l'indústria textil les fibres poden ser de tres tipos: naturals, artificials o sintètiques. Les fibres naturals representen el 40% de les fibres textils utilisades en el món i es troben en la naturalea en forma de filaments més o menys llarcs. Se'ls crida naturals perque provenen d'animals i plantes. Entre

les més conegudes, ademés de la seda, ya descrita, es poden tobar, la llana fibra d'orige animal i el cotó d'orige vegetal.

Les fibres artificials són creades pel ser humà a partir de fibres naturals, generalment celulosa, per mig de simples transformacions químiques. Estes transformacions es realisen perque els polímers en la naturalea tenen una superfície irregular o una llongitut insuficient per a convertir-se en fils llarcs. El teixit més comú en esta categoria és el "rayó", un terme utilisat per a descriure tots els fils produïts a partir de derivats de la celulosa. Depenent del procés químic utilisat, es poden obtindre diferents tipos de fils (viscosa, "cupro", acetat, etc.).

Estes fibres, en ser artificials, tenen vàries ventages: el seu diàmetro pot alcançar la finor i llongitut desijades, la seua lluentor i opacitat poden ser controlats, poden tenyir en qualsevol moment durant el processament i tenen un major rendiment per l'absència d'impurees.

Les fibres sintètiques s'obtenen a través de processos de síntesis complexos utilisant matèries primeres que rarament es troben en la naturalea. També es coneixen com a fibres artificials.

Les fibres sintètiques representen el 55% de les fibres produïdes per a roba i mobles, i es dividixen en «famílies» segons la classificació dels polímers que les componen. Les principals fibres sintètiques són el nàilon, les fibres de polièster i les fibres acríliques.

Es caracterisen per tindre un baix pes específic, lo que permet un alt rendiment en els teixits, termoplasticitat, repelència a l'aigua, facilitat de llavat i resistència al desgast. Per un atre costat, les característiques negatives inclouen una baixa estabilitat tèrmica, baixa absorció d'humitat, baix nivell transpirable i electricitat estàtica. Ademés, pel seu caràcter hidrofòbic a l'aigua, són difícils de tenyir i requerixen colorants especials.

En general, les fibres textils solen incloure materials de fibra curta que no es filen, sino que s'adherixen junts per a formar una capa de certa gruixa i consistència de teixit, com el feltre.

C) La Ruta de la Seda

La seda ha tingut, i en part té, implicacions fonamentals en la cultura i economia del nostre Regne des de el sigle VIII fins als nostres dies. Per lo tant, pareix convenient

fer una breu recopilació de les contribucions socials de la fibra de seda natural en el seu trayecte des de el país d'orige China fins arribar i desenrollar-se al Cap i Casal.

La "Ruta de la Seda" va ser una ret de rutes comercials organisades a partir del negoci de la seda chinenca des del sigle II a. C, que es va estendre per tot el continent asiàtic i s'afiançà en el sigle XV en els regnes hispànics i el Mediterràneu occidental. Si be ya s'havien obert rutes comercials des de l'antiguetat entre orient i occident vehiculant bens i idees, la seda va ser un trement acicat per a estos intercanvis tant per via terrestre com a marítima. L'expansió de l'Islam en el Mediterràneu va introduir la seda en la Península Ibèrica (23).

Valéncia en l'época del-Ándalus, a partir del sigle VIII, era ya célebre pels seus sederies, que estaven presents en els basars i eren conegudes en el nom de Alcaicerías.

En temps de Ferran el Catòlic (sigle XV) el liderage de Valéncia com a centre principal de les sederies espanyoles era indiscutible. Valéncia serví de model a Toledo, Múrcia o Barcelona.

En la segona mitat del sigle XVIII, més concretament entre 1750 i 1790, l'expansió comercial de la producció de seda va adquirir una extraordinària importància en la ciutat de Valéncia i el seu transport per a la seua comercialisació, es feya fonamentalment per via terrestre circulant les seues mercaderies per l'interior de la península, en totes les dificultats que entranyaven en aquella época estos viages.

L'auge en Valéncia de l'indústria de la seda es deduïx per l'increment en la cantitat de telers que varen existir en la ciutat des de finals del Sigle XV fins al Sigle XVIII. En este temps molts mestres i oficials seders varen emigrar a Valéncia des de ciutats com Toledo, Sevilla, Granada i inclús des de Gènova. L'importància d'este comerç nos la donen les sifres que anem a comentar. Varen aumentar res menys des dels 1.765 telers que havien en les primeres décades d'este sigle, fins als 3.500 en 1784. Açò va fer que es tinguera que regular i llimitar fins a un màxim de cinc, el número de telers per cada mestre seder i que foren necessaris no menys de 5 anys el periodo d'aprenentage fins a obtindre el títul de mestre i un posterior exàmen. Fonamentalment açò ho varen fer per a mantindre la calitat dels teixits i per tant, el prestigi de la marca que tenien els ací fabricats, encara que és possible que alguns llocs funcionaren de forma independent. Ademés no sembla que funcionaren tots els telers existents. En esta indústria colaboraven molts pobles de la nostra Comunitat Valenciana, criant els cucs per a obtindre els capolls de seda per a que

despuix anaren processats per mans expertes per a l'obtenció de la fibra, passant pel filat, torçut, devanat, tintat, etc.. Valéncia estava ubicada en el centre productor més important de la península, sent el seu clima molt propici per a que proliferaren arbres de moreres i aixina poder alimentar als cucs. Es cultivava especialment la morera blanca per ser la més apropiada en esta regió, front a la varietat negra cultivada en Granada. La seda obtinguda a partir de les moreres blanques de Valéncia tenia una excelente calitat, possiblement la millor, lo que repecurtia en la fama del fiil de seda valencià en tota Europa i en Àmerica. Per a protegir este comerç en 1716, una Real Orde prohibia admetre a comerç embarcació alguna procedent d'orient el carregament principal del qual anaren teixits de seda.

Segons una certificació realisada en 1779, en tota la década anterior s'havien remés una mija anual de 384.130 lliures de teixit de seda, la qual cosa representava el 45% de la producció total. El mercat Castellà va ser superat per aquell que transportaven els comerciants valencians fins a Andalusia, a l'objecte d'embarcar dites mercaderies en el port de Càdis per a posteriorment vendre-les en diverses ciutats de les nostres colónies americanes. Les sedes d'orige valencià havien alcançat un gran prestigi i duyen certes marques o sagells distintius que acreditaven el seu orige, aplegant-se a afirmar que els teixits ací fabricats s'assemblaven als de França i Itàlia que ya tenien per llavors un alt prestigi.

En la década posterior a 1780 es produïen 2,3 millons de vares (2,08 millons de metros) de teixits de seda i esta activitat ocupava a uns 40.000 habitants dels 100.000 que existien llavors en el caixco urbà de la nostra ciutat. Per això un barri de la mateixa va prendre el nom de "Barri de Velluters", denominat aixina pel vellut que fabricaven. La Confraria, que pronte varen formar els fabricants, es funda el 18 d'octubre de 1479 i la varen firmar 56 mestres seders, d'entre els que hi havia varis mestres genovesos, i es varen agrupar en el nom de "Gremi de Velluters". Esta denominació de "Velluter" prové de l'art de teixir "velluto" (vellut), que en Itàlia ya era coneguda com "L'Art dei Vellutieri" i es varen acollir baix la protecció de Sant Jerónimo (Sigle I), sant al que se li atribuïx ser el primer bisbe en vestir la seda (24). En este barri de Velluters aplegaren a haver més de 5.000 tallers registrats, es creà el Colege de l'Art Major de la Seda i atres edificis emblemàtics com el Palau dels Tamarit, antic taller seder. L'edifici del Colege Major de l'Art de la Seda va ser construït en el sigle XV i va anar successivament reformat fins al sigle XVIII, l´última restauració va ser en el 2016.

El destí d'esta seda era casi exclusivament, llevat una menuda proporció que es comercialisava en Madrit, transportada per terra cap a ports andalusos, i concretament al port de Càdis, i ya des d'allí els majoristes contractats que variaven en els anys, embarcaven posteriorment els teixits degudament protegits en naus que feyen la ruta a destins de ports de les colónies americanes, Àfrica, Àsia i Oceania. El recorregut era des de Valéncia, direcció cap a Albacete i posteriorment per la vall del riu Guadalquivir, fins a Sevilla i Càdis. El transport de la mercaderia es feya en carros que conduïen arriers valencians, en certa ventaja que suponia el seu poc pes, encara que el seu transport es feya en caixes sarpellades o forrades a l'objecte de protegir les teles. Ademés, també dites caixes anaven degudament numerades per al seu posterior control en el port de destí. Les caixes s'etiquetaven en unes sigles que posseïa cada u dels comerciants per al seu posterior i fàcil identificació. D'esta forma era possible dur una doble contabilitat, una en orige i una atra en destí, per a conseguir aixina el seu millor control. Contabilitat particularmente exacta per a l'época, com ho demostren les innumerables cartes existents en informació dels contes. La repercussió econòmica d'açò últim, respecte al transport dels teixits, era inferior al 1% del producte en destí.

A partir de finales del sigle XVIII s'inicia la decadència de l'indústria de la seda en Valéncia per deficiències estructurals i manca de modernisació, ademés es va unir l'incidència en estos anys de l'epidèmia de la malaltia de la "pebrina2", letal per al cuc de la seda. No obstant això, inclós durant les primeres dècades del sigle XX se mantè una activitat rellevant d'exportació cap Europa, Amèrica, Àfrica, Àsia i Oceania com lo demostren els mapes d'exportació sedera en els anys, 1934, 1935 i 1936. Concretamente a 23 països d'Amèrica, tant del nort, Estats Units, Mèxico, i Canada, com del centre i sur d'Amèrica, per eixemple Argentina, Venezuela, Cuba, Costa Rica, Uruguay, Chile, Cuba, Haití, entre atres. En Europa a 18 països tant llunt al nort, com Islàndia, Noruega, Suècia i Dinamarca, com en el centre Alemània, Bèlgica, França i Anglaterra, i a l'est Grècia i Romania entre atres. Cal destacar que també s'exportaba, encara que en cantitats més reduides a Àsia, com India, Siria, Turquia i inclós alguna chicoteta cantitat a la mateixa China. Finalment, les exportacions de seda arribarem a l'atra punta del món, Oceania, a països com Austràlia, Borneo, Filipinas, Malàsia, Nova Zelanda i possessions holandeses. Un total de 16 paíssos

d'Àfrica també varen rebre la famosa seda valenciana. Els valors de les cantitats de seda varen ser 64.109, 167.785 i 155.000 kilos en 1934, 1935 i 1936, respectivament. Per atra banda, el valor de les importacions varen arribar en pesetes a 2.765.326 en 1934, 7.993.984 en 1935 i 7.810.025 en 1936.

És important resaltar que la ruta de la seda tenia en Valéncia no un punt final i un lloc singular per la calitat dels fils de seda producides per les moreres blanques, si no, que va ser un punt de distribució molt important cap prácticament tot el món, com ya se ha descrit. Además de la peculiar i gran calitat de la seda valenciana cal resaltar, que, degut a la recessió econòmica patida en Gènova, una part significativa dels mestres seders genovesos varen emigrar cap al Cap i Casal durant el sigle XVIII. Estes seders genovesos varen dur en ells els seus magnifiques telars que varen millorar de forma molt important la calitat dels teixits de seda producides en el nostre Regne.

Este rellevant possicionament de Valéncia en la producció, confecció i distribució de la seda i dels teixits de seda, varen fer que en l'any 2015 es vare reconeixer a la Comunitat Valenciana en la Ruta de la seda. Espanya va passar a ser membre del Programa de la Ruta de la Seda de la OMT i, además, la ciutat de Valéncia va ser designada com a "Focal Point" d'Espanya en la Plataforma Ruta de la Seda de l'UNESCO.

Les Corts Valencianes varen declarar a Valéncia com a Ciutat de la Seda 2016 i la Generalitat Valenciana i el Govern d'Espanya ho han refrendat per considerar que és una magnífica oportunitat per a que Valéncia recupere el seu protagonisme entre les mítiques ciutats de la Ruta de la Seda i proyecte internacionalment el seu valiós patrimoni històric-artístic.

8.- Plàstics i joguets en la Comunitat Valenciana

Els plástics són en l'actualitat els materials majoritaris en la fabricació de joguets, además de la fusta i el metal. Hi ha diferents tipos de plàstics que s'usen en la fabricació de joguets, depén del disseny i de l'acabament que es desige. Per eixemple, per a la fabricació de ninots blans, que el propi chiquet puguen agarrar i manipular, se sol optar pel PVC. És el més utilisat en la producció de joguets blans, és moleable i s'utilisa per a fer pilotes, ninots o joguets per al bany.

El polipropilé (PP) i el poliestiré (PS) són atres dos tipos de plàstics molt utilisats en la fabricació de joguets. Abdós són flexibles, resistents a colps i a l'aigua, duren en el

temps i són molt versàtils a l'hora de produir qualsevol tipo de disseny. No són tòxics i són resistents a la corrosió, lo que els convertixen en materials "tot-terreny" a l'hora d'estar en mans dels més menuts de la casa. L'ABS (acrilonitril butadié estiré) és un tipo de plàstic utilisat en la fabricació de joguets que requerixen una major resistència als impactes, com els joguets de construcció.

La Comunitat Valenciana és la major productora de joguets en Espanya, com despuix es detallarà. En una chicoteta vall de la província d'Alacant es fabriquen la majoria dels joguets i nines del país; se estén per la Foya de Castalla, conegut com Vall del Joguet, format pels municipis de Onil, Ibi, Biar, Tibi i Castalla. L'evolució de la fabricació de joguets en la Comunitat Valenciana es pot desenrollar a partir l'història de la creació d'una empresa de joguets en Ibi a principis del sigle XX, sent un eixemple molt adequat de l'esperit d'actitut mamprenedora del poble valencià, com ho ha demostrat a lo llarc de l'història.

L'orige de l'indústria d'Ibi del joguet es podria vincular a l'iniciativa particular d'una família, els Payá. Ad ells es deu, en gran part, l'aparició d'esta nova indústria en la vila, a penes vinculada a tradició alguna, pero capaç de transformar essencialment l'economia local i el entorn social. En pocs anys, el chicotet negoci familiar va conseguir convertir-se en la primera empresa del joguet del país, a l'hora que incitava iniciatives locals similars que, en els anys, varen conseguir fer d'esta reduida població montanyosa del sur valencià el principal centre de fabricació de joguets de tot l'estat.

No se sap de manera precisa l'any exacte en que es va iniciar la producció de joguets en Ibi, no obstant, es pot considerar que va ser a principi del sigle XX; no existix una documentació detallada que permeta demostrar de forma exacta i concreta, pero se sap que la família Payá va concórrer en gran varietat de models de joguets a l'Exposició Regional de Valéncia de 1909, además, el detall i perfecció de prou d'ells permet assumir que l'empresa ya estava en funcionament varis anys. A partir d'una escritura de venda de 1905 del pare, Rafael Payà, als seus fills de "un taller de llanterneria i venda d'efectes de llanda, bronze i atres metals" (25) es pot deduir que en aquells temps ya era un taller dedicat en gran mida a la fabricació de joguets, encara que sense especificar de manera directa que eixa fora la seua activitat fonamental. La dedicació a la fabricació de joguets pot ser considerada una transició continuada de l'experiència de la família Payá en metals com el plom i la llanda.

En este punt cal indicar que no va ser en Ibi a on va aparéixer el joguet modern espanyol. La tradició del joguet artesanal estaba present en les principals ciutats i en Barcelona ya s'havia produït el bot cap a la fabricació indústrial per mig de l'ocupació de maquinària moderna: en 1891 Isidre Palouzíe ya realisava mecnicament jocs recreatius i de saló, i des de 1894, en Calella primer i despuix en Mataró, creava joguets com un flare higrómetro o un zoòtrop. Molt abans, en 1870 i també en Barcelona, Jorge Rais ya creava joguets de llanda, encara que de forma artesanal(25).

Per atra banda, és rellevant remarcar que en la província d'Alacant l'orige de l'indústria del joguet, llevat algun tipo d'objecte aïllat, podem situar-ho en Onil, un atre municipi –de la mateixa manera que Ibi– de la comarca de la Foya de Castalla; allí, en 1860, Ramón Mira i el matrimoni format per Eduardo Juan i Agustina Mora començava la fabricació de nines en cap de fanc, aprofitant les possibilitats que la tradició canterera del lloc els brindava; a pesar de que va haver millores tècniques (el propi Mira va patentar en 1895 un verniç denominat «de nina» i va importar caps de porcelana des d'Alemània) el desenroll d'esta indústria va ser molt llent . En Denia, en els mateixos anys en que els Payá començaven a produir joguets, els germans Ferchen, uns alemans establits en la ciutat com a exportadors de fruta, importaven maquinària del seu país i establien la «Metalúrgica Hispà-Alemana», la primera indústria joguetera del lloc, a la que pronte imitaría «L'Universal» de J. Bardehore.

Els Payá eren una de les sèt famílies de canterers de Ibi i de classe mija. La pregunta a formular és como es va produir la transició d'una família de clase mija i en experiència en cantereria a la producció de joguets. Encara que sense senyes fiables les hipótesis més probables podrien ser:

a) els primers joguets varen ser còpies en miniatura d'alguns dels objectes (mòles, cresols, palmatòries, arruixadores, plats...) que ells mateixos venien pels mercats propencs; eren, per tant, joguets que la mentalitat tradicional vinculava en les chiquetes, senzills, produïts de forma artesanal i de preu modest, que requerien un treball molt similar al del propi objecte que copiaven. Es tractava d'evitar complexitats excessives, que allargarien massa el temps de treball i, per tant, incrementarien el preu fins a nivells prohibitius per a la clientela a la que anaven dirigits. És llògic pensar que estos primers joguets ya no varen ser peces aïllades, sino que varen partir de mòles més o menys perfeccionats.

b) el coneiximent d'alguns joguets estrangers (casi en seguritat alemans) que utilisaven la tècnica del engrapat ("engafe", en Ibi) permetia abordar la fabricació de

joguets més complicats sense necessitat de recórrer a la soldadura, abaratint el procés de producció.

c) una volta plasmada l'idea del joguet desijat en un mòle previ, va ser possible una producció en série, utilisant planches molt senzilles, a voltes en colors vius. El procés bàsic de producció semi-mecanisada estava completat: troquelat de les planches, copat o embotit de les peces –en posteriors retallades de detall– i "engafe", ademés de pintar aquells models que ho requeriren (25).

Els primers joguets, ademés del menage miniaturisat abans descrit, varen ser també molt senzills. Entre ells destaca una humil tartana que, pel fet d'aparéixer referènsiat en el nº 1 en el primer catàlec publicat per l'empresa, és considerada com el joguet inicial de l'indústria d'Ibi i hui s'ha convertit en un dels símbols característics de la ciutat. És llògic pensar que, separadament, el cavall i/o el carret serien joguets previs. Ademés d'ells, tramvies a cavalls, trens tan senzills que en algun cas la màquina i els vagons es troben units en la mateixa base, barcos...

També cal recalcar que l'empresa Payá va mantindre les diferents activitats previes a la seua evolució cap a la producció de joguets. Aixina mateix, que els inicis de l'empresa varen ser molt modests.

Encara que l'història de la primera família que va iniciar la fabricació de joguets en Ibi, i el posterior desenroll de l'indústria del joguet fins a que la producció en la Comunitat Valenciana siga la més important del estat espanyol, les implicacions socials, econòmics i culturals de l'evolució són possiblement més interessants. Les bases per al desenroll de l'indústria dels joguets en Ibi i la seua extensió al restant de poblacions de la denominada Vall del Joguet podrien ser degudes a un cúmul de factors que varen poder favorir o dificultar-ho, entre els que caldria destacar:

1.- Influència d'una agricultura pobra per al manteniment de la població d'Ibi.

A les dificultats motivades per la pobrea dels sols, per la concentració de l'aigua per a rec en les mans d'una minoria dominant i per la crisis de la filoxera, cal afegir les dificultats climatològiques que deuen afrontar els cultius d'una vila situada a una altitut excessiva (750 m d'altura en el centre urbà tradicional, pero molt major en gran part del terme), en una temperatura mija hivernal per baix dels 6°C, lo que propicia abundants gelades, a voltes inclús en época primaveral, que llimiten la viabilitat –o, a lo manco, la rendabilitat– de molts cultius

En resum, l'agricultura era incapaç de facilitar, inclús en el cas dels principals terratinents que tenien accés a la majoria de l'aigua disponible, uns rendiments que varen podre considerar envejables. El desenroll d'iniciatives indústrials variades a lo llarc de tot l'interior valencià va ser espolejat en casi tots els casos per esta insuficiència agrària: l'ingeni va ser, com casi sempre, producte d'una necessitat apressant; per això, tal volta, les iniciatives de diversificació indústrial no corresponen a els qui disponien de capitals i mijos suficients –per lo general, casi sempre en vocació de rendiste– sino a gents que buscaven superar unes carències. L'agricultura d'Ibi patia una incapacitat secular d'absorbir a tota la mà d'obra disponible, llevat en moments molt concrets de recollida d'alguns productes.

2. L'existència d'una mà d'obra abundant i barata

Ibi contava en 1900 en 3.653 habitants, més que en 1877 pero també més que en 1920. És dir, el naiximent de la jogueteria en Ibi va coincidir en un moment en que la vila havia alcançat la seua màxima població fins a llavors, pero també en un periodo en que la crisis agrària era evident, com demostra tant el problema de la filoxera com el fet de que –pese a l'alternativa d'ocupació que va representar la jogueteria– la població va tendir a disminuir fins a l'época de la Dictadura de Primo de Rivera. En 1900 Ibi era una població marcadament agrícola (el 80% de la seua població treballava en el camp), pero només una minoria cultivava terres de la seua propietat: de 1.061 treballadors agraris, 820 (el 77%) eren jornalers que treballaven –quan hi havia sòrt– les terres alienes. Fins a finals dels anys quaranta, les indústries del joguet no varen ser capaços d'ocupar a un número de treballadors similar al número de jornalers existent en 1900: la mà d'obra disponible era, puix, més que suficient al començ de l'indústrialisació. Més encara, no només els jornalers agraris era un colectiu desijós d'emplear-se en l'indústria; la majoria d'els qui posseïen terra, és dir, els 155 llauradors que el cens califica com a «llauros» eren gent d'ingressos molt modests que compaginaven el treball en les seues parceles pròpies o tingudes en apareixeria en atres treballs; varen ser prou els que, una volta consolidada l'indústria, varen tractar de compaginar el treball en la fàbrica en lloc de les seues terres, moltes voltes aprofitant els dumenges o el treball d'algun membre de la família.

L'existència d'una mà d'obra suficient i encara abundant es potenciava en la possibilitat d'activitats estacionals complementàries, en la fàcil disposició de mà d'obra femenina i en el baix cost salarial. L'indústria del joguet es va convertir pronte en la principal ocupació laboral de les dònes ibenses. Fins a l'época republicana, la

majoria de reportages periodístics sobre les fabriques d'Ibi incidien especialment en el treball femení.

En resum, les fàbriques del joguet varen ser el principal sector laboral de les dònes d'Ibi, que varen predominar en algunes seccions que no requerien excessiu temps d'aprenentage ni una força física excepcional. La raó fonamental de l'alta ocupació femenina va ser, sense dubte, la gran rebaixa salarial que representava per a les empreses, en unes seccions en les que en la pràctica la dòna podia eixercitar el treball exactament igual que el varó (25).

3. Una modesta tradició indústrial

A lo manco des del sigle XVIII, Ibi sempre va contar en algún tipo d'activitat indústrial. L'ilustre geógraf Cavanilles, va observar en la seua visita a la vila tres tipos d'activitat diferent: la neu, el textil i els molins de farina. També caldria mencionar un molí de paper, atra de les activitats indústrials típiques de l'àrea de la Foya de Castalla que va implicar una activitat económica al voltant dels rius de les serres com la de Mariola.

Una senya interessant a tindre en conte, és el fet que la proximitat d'Onil, on es fabricaven nines des de feya décades abans, no pareix haver afectat a la producció de joguets d'Ibi.

Per lo tant, els anys en que es comença a fabricar joguets són, puix, una época de crisis de les indústries tradicionals, algunes ya clarament desaparegudes, com el treball de la llana, i unes atres en fase de marcada decadència, com la de la neu i els molins de farina, mentres que tracten d'aparéixer alternatives diferents (paper, productes per a gelaters i la pròpia gavineteria dels Payá), que no varen alcançar l'importància del joguet pero que varen ajudar a crear una mentalitat i uns hàbits imprescindibles per a fomentar el teixit indústrial.

4. Una ret de comunicacions insuficient i ineficaç

En 1900 la situació de les comunicacions de la zona no havia millorat massa. No existia comunicació directa en Alacant, sino que devia realisar-se a través de Castalla, a la que s'accedia per camins carreters, de la mateixa manera que a Villena i Alcoy. No existia encara transport estable de passagers entre Alcoy i Villena. Des de sempre, les autoritats d'Ibi i els principals indústrials jogueters varen ser conscients de les dificultats que este semiaïllament representava per al progrés econòmic de la vila, mantenint en tot moment una reivindicació tenaç de la millora dels mateixos.

Gràcies a la necessitat de transports i comunicacions, com correu i telégraf, per a l'adequat desenroll de l'indústria del joguet i aixina superar la competencia d'industries, com la catalana, va supondre el impuls imprescindible a la millora de les comunicacions.

5. Atres factors

L'indústria del joguet en Ibi sorgix, com ya s'ha mencionat, a partir d'activitats artesanals vinculades al treball de la llanda i atres metals. Les carències inicials varen ser molt greus i per a paliar el retart tecnològic es varen buscar solucions com: i) compra de maquinària evolucionada exterior; ii) adquisició de joguets estrangers per a emular; iii) creació seccions tècniques auxiliars en les pròpies empreses, encara que al principi sense personal qualificat. Ademés l'aparició de la competència próxima va ser un molt bon acicat per a les empreses.

L'escassa preparació acadèmica, la mitat de la población d'Ibi era analfabeta encara en 1920, de la societat en la que s'assentava l'indústria del joguet, que ya implicava un paper important en l'economia local, va supondre un factor social i cultural adicional a la creació de l'indústria del joguet. En l'empresa Payá, conscients de les llimitacions que la seua preparació merament artesanal representava per a una indústria que havia alcançat unes dimensions molt superiors a l'antic taller familiar, varen tractar de minorar este problema des de data ben primerenca, pagant als seus aprenents una suplement per a seguir estudis nocturns, encara que només als varons.

L'èxit de l'indústria del joguet va estar en gran part motivat per la seua evident oportunitat. La jogueteria moderna espanyola, aquella que utilisava maquinària de cert nivell i produïa en série, feya pocs anys que havia segut iniciada; «Palouzíe» és, recordem, de 1891. Pese a la seua relativa simplicitat, els productes inicials de «Payá» (i poc despuix els de «A. B. Verdú», canvi de titularitat per nous inversors) representen un estadi superior al dels artesans tradicionals o al dels primers fabricants de nines d'Onil, i poden equiparar-se als que fabricaven llavors en Barcelona i Denia. Els joguets de països més desenrollats (Gran Bretanya, Alemània, França...) eren, evidentment, més perfeccionats, pero el seu elevat cost i les dificultats d'adquisició els feya pràcticament inaccessibles per a la majoria dels espanyols.

La possibilitat de creiximent de la demanda va ser un atre dels motius de l'èxit. A principis de sigle, el joguet és encara un artícul prohibitiu per a la gran majoria dels

chiquets espanyols; la pràctica totalitat dels chiquets de les zones rurals de llavors no accedien jamai al joguet comercial i, en els pobles i ciutats de certa entitat, la majoria només podía adquirir en dates senyalades –Reis casi sempre– algun joguet modest. Esta situació va canviar per el fort desenroll econòmic en aquelles regions que havien alcançat un cert estadi d'indústrialisació, com Catalunya, País Vasc, Madrit i Astúries va ajudar a que durant el primer terç del sigle XX l'increment de la demanda de joguets anara sostingut, pero no de forma brusca sino escalonada, lo que va fer possible que l'aument de possibilitats de venda fora paralel al perfeccionament tecnològic que anaven alcançant les empreses.

La consolidació i expansió de l'indústria del joguet succeïx entre 1912 i 1936. Com una data singular cal mencionar que en 1912 apareix la segona fàbrica "Rico S.A.", despuix d'un complicat process de formació. Per atra banda, en 1936-39 Ibi ya contaba en 4 empreses. Este desenroll va ser paralel al restant d'atres zones productores. En 1915 es pot afirmar que "Payá Hermanos" era ya l'indústria del joguet principal en sifres d'empleats. A pesar de la primera guerra mundial i recessió del 1929 les fàbriques de joguets d'Ibi varen mantindre beneficis, fonamentalment pel mercat nacional. En l'aparició de l'indústria auxiliar, la jogueteria en Ibi establix les bases per a una nova etapa, que ya es desenrollarà en la postguerra: ademés d'atres fàbriques que produïxen lo mateix i d'una determinada cultura indústrial que fomenta estes iniciatives, qualsevol nova entitat joguetera contarà en la vila en empreses que li ajudaran a treballar en millors condicions: les indústries auxiliars, sense dubte, ajuden a que qualsevol sector productiu tire raïls en un espai concret. L'aparició de sucursals de les principals empreses és un atre aspecte a considerar en el desenroll de l'indústria en este periodo. Valga com a eixemple que l'empresa "Rico, S.A."; va contar en una sucursal en Onil dedicada a la fabricació de nines. Esta sucursal d'Onil es va integrar en la coneguda empresa "Famosa".

Un bon eixemple de l'implicació de l'empresa "Payá" en el desenroll social de la regió, va consistir en la seua participació en la generació del primer servici local de transport, que va començar en un modest carreter, pero que en 1925 va passar a utilisar un camió per al trasllat de mercaderies a les estacions pròximes (25).

A partir de la segona mitat del sigle XX i en l'evolució progressiva de la síntesis i desenroll de materials polimèrics, concretament plàstics, eixe material va entrar progressiva, definitiva i totalment en el procés de fabricació de joguets. De fet, en l'actualitat el plàstic, com a PE, PP, PVC, entre uns atres, és el material més utilisat en la producció de joguets.

Dins d'este context, des de l'Institut Tecnològic del Joguet (Aiju), que més avant es comentarà, s'està portant a terme un proyecte, l'objectiu del qual és oferir al sector un ranc de materials plàstics en característiques biodegradables, tant comercials com no comercials. Es perseguix d'esta forma, oferir al sector un ranc de materials adequat del que puguen dispondre per al disseny i fabricació de productes innovadors i diferenciats, en unes propietats biodegradables, no presents en el mercat, i d'eixa forma anar cumplint els objetius de circularitat i sostenibilitat en l'economia.

Senyes producció joguets en Espanya i Comunitat Valenciana

Segons l'Associació Espanyola de Fabricants de Joguets (AEFJ) (26) en 2022 existian aproximadament 270 empresas, que segons el tamany: el 48,5 % són microempreses, el 32 % chicoteta, 16 % mijana i només un 5,4 % grans empreses. El número total de treballadors és 5700 que es troben distribuits de la seguent manera: 5 % en microempreses, 25% en chicotetes, 47 % en mijanes i 14 % en grans empreses. La facturació total en el 2022 va arribar a aproximadament 1.700 millons € dels quals el 2,4 % prové de microempreses, el 18 % de chicotetes, 47 % de mijanes i 32 % de grans empreses. La majoria d'empreses es troben localisades en la Comunitat Valenciana, 100 que representen el 37 % de total, 80 en Catalunya, 30% de les 270, 41 en Madrid que equivale al 15 %, i aproximadamente 19 en Murcia. Dels 5600 treballadors en l'indústria del joguet 2100, 37 %, es troben en la Comunitat Valenciana, el 27 % en Catalunya, 1600 i 950, es dir, el 17 % en la Comunitat de Madrid.

Una realitat social és que el joguet ya no és només un producte de chiquets, de fet, el 25 % de les vendes del sector del joguet són productes destinats a consumidors de 18 a 40 anys. Esta nova realitat ha provocat una evolució en la fabricació dels joguets.

Ademés de les significatives evolucions socials, i per conseqüència també culturals, ya mencionades, en el desenroll històric de la regió és important destacar l'inversió en Investigació i Desenroll (I+D). Un clar eixemple es la creació de l'Institut Tecnològic especialisat en joguet, producte infantil i oci (AIJU), ubicat, llògicament, en la localitat alacantina de Ibi. AIJU és l'Institut Tecnològic impulsor de l'innovació i el coneiximent en productes infantils i oci per a empreses i entitats, aixina com la transferència tecnològica a l'indústria, tot això en un àmbit nacional i internacional. L'objectiu de AIJU és optimisar el procés de creació i desenroll de productes per a l'infància des de

l'idea fins a la seua arribada al mercat. En més de 30 anys d'experiència ha assessorat a centenars d'empreses (menudes, grans i multinacionals) en mils de productes per a garantisar el seu èxit. AIJU posa a la disposició del interessat una àmplia gama de servicis tecnològics orientats a millorar la calitat dels productes i la competitivitat empresarial. I adaptant estos productes a les exigències llegislatives, tecnològiques i de mercat vigents en cada moment en les àrees de seguritat infantil i de producte, assessorament tecnològic, ensajos, disseny i desenroll de producte, i de prototips, millora en processos indústrials, adaptació de productes al mercat, coneiximent del consumidor infantil, assessorament psicopedagògic o formació, entre uns atres.

9.- Caucho i calçer en la Comunitat Valenciana

Encara que la pell, a lo manco en l'indústria del calcer en el nostre Regne, és fonamental considerant la gran calitat del calcer valencià, l'us dels materials plàstics va creixent de manera contínua, en particular en la variant deportiva. El caucho, en particular el vulcanisat, és el polímer més utilisat en el calcer des de fa molts anys, especialment per a la fabricació de soles.

El calcer ha eixercit un paper crucial en l'història de la humanitat, no només com una ferramenta pràctica si no també com un símbol cultural, estètic i social. En les primeres civilisacions, el calcer s'usava principalment per a protegir els peus de terrenys difícils i condicions climàtiques adverses. En moltes cultures, el tipo i la calitat del calcer es varen convertir en indicadors de ranc o estatus social. En el temps, el disseny del calcer va evolucionar per factors com la moda, el comerç i les innovacions tecnològiques. En el sigle XVII en avant, el calcer es va convertir en una part essencial de la moda i va començar a ser fabricat en una varietat de materials i estils. La revolució indústrial en el sigle XIX va dur a la producció en massa de calcer fent-ho més accessible per a la població en general. Es varen introduir innovacions com la màquina de cosir i el vulcanisat del caucho, lo que va permetre la producció de sabates més duradores i assequibles.

El sigle XX va vore l'apogeu dels deports i en ell, la necessitat de calcer especialisat. En la globalisació i l'auge de la cultura *pop*, certs estils i marques de calcer es varen convertir en icons culturals.

En el sigle XXI, hi ha un creixent émfasis en la sostenibilitat i l'ètica en la producció de calcer.

El calcer, en resum, ha segut una part integral de l'història humana, reflectint canvis en la tecnologia, la cultura, l'economia i la societat. Des de simples sandèlies fins a sabatilles tecnològicament alvançades, el calcer conta l'història de la nostra evolució i valors canviants. El calcer espanyol és reconegut a nivell internacional per varis valors característics que li conferixen una identitat pròpia. Un dels sagells distintius del calcer espanyol és la seua alta calitat, tant en materials com en acabaments. Espanya i, en particular, en el nostre Regne, té una llarga història en la fabricació de calcer. Esta tradició es reflectix en l'habilitat i experiència dels artesans i productors. Estos canvis s´han traslladat de manera molt especial en la societat valenciana.

Pels anys 50-60 del sigle passat, els esquemes de fabricació tradicionals que varen perdurar fins al final del sigle ya funcionaven, i consistien en especialisar-se en llínees de producció (senyora, cavaller, chiquet, deport, treball, casa, jovenil, amples especials, confort...), montat, guant, vulcanisat de goma dura o esponja (injectat en el temps), cosir "Billy", "kiowa"- mocassí... Els materials que s'utilisaven eren textils, sintètics, sempre imitant a la pell i per supost la pell. Sobre la pell, simplificant, la de més alta calitat era la d'animals jóvens, dóngola (pell) de cabra o tafilet de vacú, esta s'usava en Elda i Almansa per a productes de molta calitat, en Elig centrats en produir artículs assequibles per a abastir als consumidors més abundants, lo màxim era la "napa" "flor país" vacú nacional, d'animals ben cuidats, les seues pells eren netes. En general Espanya no es produïen pells suficients, ni preus competitius en games flor i les inferiors se'ls denomina "serraje" en tacte apelfat, val per a fabricar directament o be se li dona un tractament pel que se li aplica una pasta en un fotogravat el resultat del qual és una pell flor falsa "serraje plastificat", dura i de poca calitat sobre duració, pero barata, s'usava molt en els deportius, per a conseguir que les pells anaren blanes, se'ls abatanaba (passaven per rodells). Per al forre s'utilisaven molt els sintètics flocats, els de pell eren badana de corder o "pecari" del porc. Estes característiques estan també molt vinculades a la tradició i evolució de l'indústria del calcer en la Comunitat Valenciana.

Espanya junt a Italia són els dos paisos liders en la producció de calcer de calitat degut a la seua important tradició en el tractament de la pell i del cuiro.

Com s´ha comentat, l'evolució del tipo, diseny i demanda de calcer durant els últims dècades ha implicat un increment significatiu de l'us de materials polimèrics. Els textils per al calcer vénen en molts tipos de fibra, inclosos cotó, llana, nàilon, polièster, polipropilé, "rayó" i "lycra". Cada u té el seu propi aspecte i propietats

físiques com a absorció d'aigua, capacitat de estirament, resistència als rajos UV i solidea del color.

Per al disseny de calcer, el polièster i el nàilon són molt comuns. La lycra estirable s'usa a sovint per a unions i forros. El cotó és imprescindible per a les sabates vulcanisades ya que les fibres sintètiques tendixen a derretir-se, mentres que les fibres naturals com el cotó o la llana poden sometre's a diferents tractaments d'acabament.

La part superior de les sabates de lona de cotó pot llavar-se en sal o pedra abans de l'ensamblage per a donar-li a les sabates un caràcter especial. El cotó també pot acceptar un acabament oliat o encerat, pero açò deu fer-se despuix d'ensamblar la sabata. El llenç gras o encerat no es pot unir fàcilment a la sola de la sabata durant l'ensamblage.

El percentage en el total en la producció en parells i venda de calcer: 24,7 % i 47,5 % fabricat en pell; 32 % i 24,6 % i 37,7 % i 24,3 % en caucho i plástic, respectivament, en un volum econòmic global de 744 millons €.

Des de el punt de vista socioeconòmic, aproximadament 3000 és el número d'empreses del calcer en Espanya en 2022 en més de 3.200 locals de fabricació. Cada empresa de fabricació de calcer conta en Espanya en una mija d'1,09 locals actius (instalacions de les empreses) implantats en territorio nacional, segons senyes d'1 de giner de 2022, en lo que sumen 3.229 locals. Encara que la sifra absoluta ha caigut un 14,8% front a 2013, el ràtio de locals per companyia ha anat a l'alça: dèu anys arrere la mija era d'1,07 locals per societat. Esta senya resulta interesant puix està relacionada en el tipo d'empresa, chicoteta, mijana o gran, en l'indústria del calcer.

La Comunitat Valenciana és, per molt, la comunitat autònoma més important per a l'indústria del calcer en Espanya, en 1.948 societats actives en l'indústria del calcer a 1 de giner de 2022, que representen el 65,5% del total dels vora 3.000 en Espanya. Fòra de la nostra comunitat autònoma, solament Castella-la Mancha, La Rioja i Múrcia superen el centenar d'empreses actives de fabricació de calcer. La comunitat castellana-manchega alcança 290 societats, el 9,7% del total; La Rioja, 226 companyies (el 7,6% del total nacional), i Múrcia, 143 societats (el 4,8% del total). Fins a sis autonomies (Castella i Lleó, País Vasc, Extremadura, Canàries, Astúries i Cantàbria) no alcancen la decena de societats l'activitat principal de les quals és la fabricació de calcer. No obstant, des de 2013 el número de societats actives en la Comunitat Valenciana ha caigut per damunt de la mija, mentres que ha registrat

importants creiximents en Múrcia (en un 27,7% més de societats) i Catalunya (en un alça del 88,5%, fins a 49 companyies).

Mentres que el número d'empreses de calcer ha disminuit des de 2008 fins 2022, en canvi l'ocupació s'ha vist incrementada fins als 41.000 treballadors en 2022. Des de el punt de vista econòmic en 2022 s'han produït aproximadament uns 83 millons de par de sabates, en un aument del 6,6 % respect a 2021, implicant un valor de 1.836 millons d'euros. Respect al tamany de les empreses, només 4, entre les 3000, es poden considerar com grans empreses, en més de 250 treballadors, 2 dels cuals estan ubicades en la Comunitat Valenciana. Per atra banda, el 75 % de les empreses del calcer tenen menys de 10 empleats. També, cal recalcar que el número d'autònoms ha disminuit, sent el 38 % dònes. El 90 % dels treballadors del sector del calcer són per conte aliéna, en un 47 % de dónes. De forma resumida, la distribució percentual de les empreses del calcer en Espanya pel número d'empleats és: 35,8 % sense cap assalariat; 40,4 % en 1-9 treballadors; 21,4 % de 10-49 empleats; 2,2 % entre 50-250 i 0,1 % > 250 treballdors.

La majoria de les aproximadament 1950 empreses de calcer en la Comunitat Valenciana es troba concentrada en Alacant en la regió de Elig en 7973 treballadors, Elda en 2967 empleats, Petrer en 1958 treballadors, Crevillent, Villena, Sax i Aspe, entre les més importants. Les últimes senyes en 2023 indiquen que en l'últim trimestre del 2023, la província d'Alacant contabilisava un total de 24.495 afiliats en esta activitat, especialment establits en el Baix Vinalopó (11.912 treballadors) i el Vinalopó Mijà (8.587 treballadors). Estos valors arrepleguen un descens, respectivament del -27,7%, -29% i -32%, des de la seua cota màxima, que es traduïx igualment en una pèrdua de 6.783, 3.457 i 2.750 treballadors. Esta situació, encara que preocupant és réflex de les diferents problemas económiques i polítiques dels últims anys, aixina com un efect subseqüent de la pandemia del COVID-19.

Además, la Comunicat Valenciana és la més important en les exportacions de calcer en 2022, implicant 1.251,5 millons €, el 40,9 % del total nacional i 57,7 millons de pares de calcer.

Estes senyes en l'indústria del calcer, com ya hem vist en les indústries del joguet i textil, són mostra d'una de les sigularitats del valencià, el seu caràcter mamprenedor, com es demostra en la gran cantitat de PYMES que han surgit a lo llarc dels sigles XIX i XX i han desenrollat de manera espectacular l'indústria de la nostra comunitat. L'empresa famíliar ha segut el punt d'orige de la majoria de negocis creats i, además,

ha provocat significatius processos de canvis econòmics, socials i fins i tot culturals en les localitats i grup de poblacions en una part particular del nostre territori. En el cas de la producció del calcer, com en el textil i joguet, la producció no regulada fiscalment, ha tingut i té una importància rellevant que ha permés, en moltes ocassions l'evolució fins a la creació de noves empreses.

A partir dels anys 1950-60 podríem dir es consoliden esquemes i proyecció de creiximent que farien d'Elig i de l'àrea de producció calcer, lo que és hui, una época dorada de creiximent continu que vorà el seu ocàs de la mà de finals del sigle XX, moment en el que ya s'han consolidat nous esquemes d'abastiment i distribució de calcer que en força es desenrollen a partir del XXI, convivint en escassos empresaris locals que intenten seguir, oferint cobrir chicotets segments a on la forta competencia asiàtica directa o indirecta no aplega. Un eixemple podria ser l'empresa FACSA en Elig que va estar en auge fins als setanta. Un atre eixemple podem trovar-ho en la Vall d'Uixò en l'empresa Segarra que va estar directament vinculada a l'estat per a abastir les necessitats de l'exercit.

10.- Envasos i embalages

El plàstic és el material més utilisat en la producció d'envasos i embalages. No hi ha res més que entrar en un supermercat per a comprovar l'enorme varietat d'envasos i diferents tipos d'embalages per a protegir a pràcticament tots els tipos d'aliments. Precisament, la máxima atenció en el reciclage de plàstics se ha focalisat en els envasos i embalages dels productes d'alimentació, en particular, les bosses d'un només us.

L'embalage de plàstic és una de les opcions més esteses i usades per la majoria d'empreses quan aplega el moment d'envasar els seus productes. Té moltes ventages, i el seu èxit comercial és indubtable. Goja d'unes qualitats que ho fan perfecte per a l'envàs o l'embalage dins de les cadenes de producció indústrial actuals.

Com ya hem comentat, és un material estable, inerte, llauger, fort i molt fàcil d'esterilisar. Per un atre costat, també trobem en ell "propietats barrera", que són aquelles que protegixen als productes i aliments de la humitat o del contacte en gasos com l'oxigen i el diòxit de carbono. Són essencials per a assegurar la seua conservació. Els seus usos són molts i molt variats. S'utilisa tant per a productes comercials o de consum, com a mèdics i indústrials. Les contraindicacions dels plàstics en el seu us com embalages es poden resumir en: i) permeabilitat a gasos i

aromes; ii) absorció de components del producte envasat; iii) migració de residus del material al producte envasat; i iv) problemes de termoestabilitat.

Hui en dia, més de la mitat dels productes que s'envasen en Europa són de material plàstic. Pel contrari, este no sol constituir més d'un 20 % del pes total del producte. En l'indústria, que un material d'envàs siga llauger, disminuïx el pes de càrrega i, per lo tant, també es reduïxen els costs destinats a la seua distribució, aixina com el consum de combustible i, per lo tant, de l'emisió de diòxit de carbono.

Sobre els aliments, l'envàs de plàstic, gràcies a les seues propietats barrera, conseguix que estos mantinguen el seu sabor i les seues propietats nutricionals. Preserva els aliments peridors en condicions òptimes i ajuda a reduir la cantitat de conservants o aditius que s'usen per a això.

Els envasos de plàstic han evolucionat en conjunció en les demandes actuals de la societat i el mercat. Actualment, tots els productes necessiten un etiquetage clar i visible. El plàstic permet açò i inclús l'integració de chips "RFID" o "identificació de ràdio freqüència" imprimibles, a on es pot introduir tota l'informació que necessitem sense problemes.

Per últim, cal mencionar que és higiènic i protegix dels agents contaminants més que els atres materials destinats a l'envasament. Si s'usen tancaments hermètics, es pot aplegar a un grau de protecció molt elevat. A banda, si el plàstic és transparent, nos permet vore el producte sense tocar-ho.

Ací resulta important destacar que els materials plàstics també estan presents en la majoria del restant d'envasos, metálics i de cartó. De fet, en els envasos metàlics, per eixemple en els diversos tipos de conserves, vegetals, fruita, peix, ... s'usen diferents varietats de materials plàstics per a ajudar a la protecció de l'aliment, com per a evitar el contacte en productes d'oxidació del metal. En un número significatiu d'envasos metàlics es poden trobar fins a cinc capes diferents, entre les que els materials plàstics, del tipo verniç, dissolució de polímer d'alt pes molecular, estan presents. Entre els polímers més habituals en els verniços se troben diverses resines epòxi, poliéster, acrílics, vinílic, polipropilè, entre atres.

En els envasos de vidre també el plàstic està present, per eixemple en els tapons i tancament hermètic dels envasos. Aixina mateix, en el cas de envasos de cartó, i per a alguns usos es recobrixen en material polimèric, per eixemple els "tetrabricks" de

llet, per aixina, millorar les capacitats de protecció de l'aliment envasat per part de l'envàs principal.

Una cantitat important dels materials plàstics, punt 3, són utilisats en la fabricacció de envasos i embalages. Aixina mateix, el reciclage dels materials polimérics, artificials i/o sintètics, un dels objetius de l'economia circular i de la sostenibilitat, en l'intent de controlar la degradació del mig ambient, ha segut discutit en l'apartat 3.5, a on s'han propost i discutit les diferents alternatives hui en dia presents.

A modo d'eixemple, el poliestiré (PS) és el més utilisat en l'indústria dels envasos i embalages per les seus singulars propietats com: bona flexibilitat; bona resistència a l'impacte; inèrcia química; molt permeable a l'oxigen i gasos; excelent barrera a l'aigua; termosoldable i econòmic. El seus usos són molt extensos: 1) és la película flexible de major consum; 2) per extrusió-bufat s'usa per a bosses de fem, aliments, congelats, gèl. També com película retráctil; 3) per coextrusió o laminació, en películes o làmines per a cara interna termosoldable de complexos, com en protecció adicional en envasos de metal o cartó; 4) admet termoformació per calor (27).

De nou convé recordar l'importància de respetar el mig ambient, una opció passa per l'us dels bioplástics, biopolímers d'orige natural procedents de biomassa. Deuen presentar característiques de biodegradabilitat i propietats mecàniques apropiades per a l'utilisació com a materials d'envàs i embalage. Són una alternativa als materials fabricats en polímer sintètics o derivats petroquímics, pero encara no desenrollats.

Biopolímer i Biodegradable no són térmens equivalents. Els biopolímers són degradables, pero també poden ser degradables alguns plàstics produïts a partir del petròleu i degradats per microorganismes. Esta alternativa es troba en una fase de desenroll important.

Una aproximació novedosa i interessant és l'evolució d'envasos en propietats diferents, com els envasos actiu i inteligent (27). De manera resumida: a) "materials i objectes actius": els destinats a prolongar la vida útil o millorar l'estat de l'aliment envasats. Estan dissenyats per a incorporar intencionadament components que lliberaran substàncies en l'aliment envasat o en el seu entorn o absorbiran substàncies de l'aliment o del seu entorn; b) "materials i objectes inteligents": aquells que controlen l'estat dels aliments envasats o del seu entorn (27) informant de l'estat d'aliment ya siga per deteriorament biològic propi o per interaccions en agents externs.

Des de el punt de vista económic i la seua implicació social, de les 951 empreses ubicades en la Comunitat Valenciana dedicades a la fabricació de productes plàstics: 192 estan dedicades a la producció de envasos i embalages, de les quals 66 estan en Alacant, 109 en Valéncia i 17 en Castelló. La majoria de les empreses estan dedicades als procesos de transformació dels materials plàstics, ya descrits en l'apartat 3.5, per el seu us indústrial, en particular, en l'àrea d'alimentació.

Ací cal recalcar una contribució important a l'I+D en el desenroll d'envasos de materials plàstics del grup d'Investigació del Professor d'investigació Dr. Rafael Gavara en l'Institut de Agroquímica i Tecnologia d'Aliments IATA. Esta contribució va més en allá de la part científica ya que implica una relació directa en les empreses dedicades a la fabricació d'envasos i embalage i la conseqüent transferència de coneiximents a les empreses i per conseqüència a la societat.

11.- Macromolècules biològiques

L'investigació bàsica constituix una contribució fonamental a l'evolució de la Ciència i la seua aportació al desenroll d'aplicacions pràctiques en la nostra societat i la seua vertiginosa adaptació als nous alvanços, com entre atres els nous materials que nos rodejen, els métodos de transport i de comunicació, inteligència artificial i medicaments de diseny personalisat. Per ad este últim cas, la determinació de l'estructura tridimensional i dinàmica molecular dels biopolímers, aixina com l'elucidació de les interaccions moleculars que conduixen al reconeiximent entre diferents compostos biológics i la seua implicació en les reaccions bioquímiques vitals que ocorren en els sers vius, resulten fonamentals.

En este apartat, demane la llibertat d'expondre part de l'investigació que he estat realisant durant aproximadament els últims 40 anys, sense ànim de personalisme i en l'intenció de mostrar, ademés dels potencials progressos científics, que la multidiscipinaritat i les cooperacions en atres grups d'investigació a nivell local, espanyol, europeu i mundial possibiliten el reconeiximent de la nostra terra a través de les diferents publicacions i comunicacions a congresos internacionals.

ADN i fàrmacs

L'estudi de la disposició espacial de tots i cada u dels àtoms en las macromolècules biològiques és una informació indispensable per a poder relacionar l'estructura tridimensional i l'activitat de les mateixes i aixina dispondre de la capacitat de comprensió del funcionament celular, i les potencials aplicacions bioquímiques i

biomèdiques. Per atra banda, si ademés és factible elucidar les interaccions a nivell atòmic entre biomacromolècules i molècules potencials fàrmacs, apareix la possibilitat d'aplicabilitat traslacional a la medicina personalisada.

L'àcit desoxirribonucleic -conegut per les sigles ADN— és un àcit nucleic que conté les instruccions genètiques usades en el desenroll i funcionament de tots els organismes vius i les seues alteracions es troben relacionades en moltes malalties genètiques i en el càncer. Durant la meua estancia postdoctoral en l'ETH en Zürich vaig treballar en dos llínees d'investigació dirigides a la determinació de l'estructura tridimensional per mig de Resonacia Magnètica Nuclear (RMN) multidimensional de: i) un fragment singular d'ADN ($d(A_5T_5)_2$) (28); ii) complex d'un fragment d'ADN $d(GCGTTAACGC)_2$ i un fàrmac anticancerigen d'estómec (SN6999) (29). Estes dos estudis són conseqüència directa de la colaboració en el grup d'investigació del Prof. K. Wütrich (Premi Nobel Química 2002) en l'ETH. En el primer d'ells s'aborda l'investigació de mínims canvis estructurals en el fragment $d(A_5T_5)_2$ en rellevants implicacions a nivell bioquímic del comportament general de l'ADN que incorporen estes seqüències de manera repetida. En el segon, s'ha realisat l'anàlisis detallat de les interaccions a nivel atòmic, en el surc major del fragment d'ADN, en

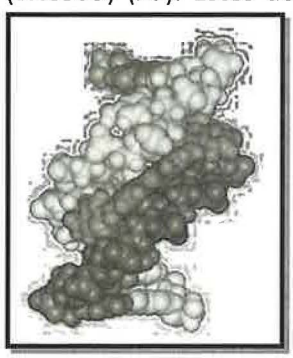


Figura 10.-Complex $d(GCGTTAACGC)_2$/SN6999 RMN

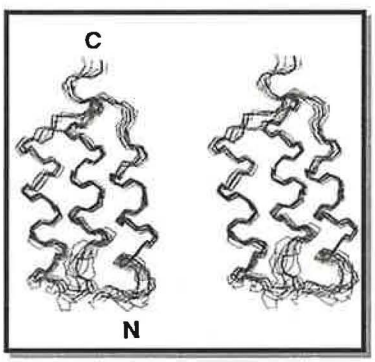
el complex entre el decanucleòtit $d(GCGTTAACGC)_2$ i el fàrmac (SN6999) (figura 10). L'estudi del reconeiximent molecular entre les dos molècules aporta informació básica per al desenroll més precís de nous fàrmacs anticancegirens més efectius i en una reducció significativa dels potencials efectes secundaris. Aixina mateix, posteriorment es va afrontar l'estudi tridimensional detallat d'un fragment d'ADN, $d(CCGCGG)_2$ (30) en molt rellevants implicacions genètiques funcionals i estructurals, síndrome del cromosoma X frágil.

Polipètids, Proteïnes i complexos entre proteïnes

Com ya se ha comentat, les proteïnes són macromolècules biològiques en estructures tridimensionals complexes, pero definides, que eixerciten moltes funcions crítiques a nivell celular. Realisen la major part del treball en les cèlules i són necessàries per a l'estructura, funció i regulació dels teixits i òrguens de qualsevol organisme. Per lo tant, la determinació de l'estructura espacial resulta un

objetiu fonamental en diferents àrees com bioquímica, biomedicina, farmacologia i medicina. La contribució, del grup d'investigació que vaig dirigir, a la elucidació a nivell atómic de l'estructura tridimensional i dinàmica molecular de diverses proteïnes per mig de RMN va ser un treball de colaboració en diferents grups en diversos països.

En Espanya hem colaborat en el grup del Prof. Moratal de l'Universitat de Valéncia i el Prof. De la Rosa de la Universitat de Sevilla en la determinació de l'estructura espacial de una proteïna de cianobacteria, plastocianina (figura página 6), implicada en la transferència d'electrons i càrregues, crític en los processos de fotosíntesis (31).



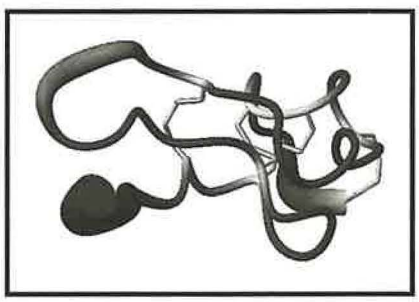
Durant les estàncies com professor visitant en el grup del Dr. G. Montelione en l'Institute CABM (Center for Advance Biotechnology and Medicine), Rutgers University (The State of New Jersey USA), ademés de contribuir al desenroll de aplicacions de la RMN per a la determinació de la disposició espacial de biopolímers i la seua dinàmica molecular, varen ser capaços d'elucidar l'estructura tridimensional de diverses proteïnes i

Figura 11.- Estructura 3D dominio Z proteïna A

de complexos proteïn-proteïna. Com eixemple, l'estructura espacial del domini Z (figura 11) de la proteïna A, singular per la seua gran resistència a elevades temperatures i, per tant, la possibilitat de diseny de noves estructures en esa particular pecularietat (32). Per atra banda, també en el CABM vàrem estudiar la dinàmica molecular dels diferents aminoàcits de una proteïna implicada com factor del creiximent (mEGF) per mig de desplasaments químics de l'isòtop 15 del nitròger (15N) (33). Atra contribució significant va ser la determinació de la dinàmica molecular per mig de desplasaments químics de 15N de una proteïna implicada en l'inhibició de la Tripsina (BPTI) (34). Aixina com en el complex BPTI-Tripsina.

Un fet singular en el desenroll de la vida és la quiralitat predominant en molècules vitals com la glucosa i els aminoàcits. Quiralitat és el fet relacionat en la orientació en espill, com les nostres mans, que presenten moltes molècules en una conformació particular, en un àtom o grup molecular que actúa com centre quiral de tal manera que no es poden superpondre les dos formes quirals. Mentres que en el cas de la glucosa la quiralitat predominant és la D ("dextro", del grèc, dreta), per als

aminoàcits la predominant és la L ("levo", esquerra). Esta predisposició seguix sent un misteri, encara no resolt de manera total. En una colaboració en el grup d'investigació de la Dra. Emma Fenude del Centre Nacional d'Investigació Italià en Sassari, vàrem abordar l'estudi estructural tridimensional per mig de RMN, i les potencials implicacions funcionals, de un grup de pèptides singulars, nor-leucines, sintetisats de manera alternant D-L. Vàrem comprobar que els diferents polipèptits formaven unes hèlices tipo beta en gir a la dreta, en unes pecularíars i interesants estructures com models de canals de membrana celular (34).



Com eixemple final, en l'activa colaboració en el grup d'investigació del Prof. d'investigació Calvete, en l'Institut de Biomedicina de Valéncia, hem obtingut tant l'estructura tridimensional, a nivell de resolució atómica, com la dinàmica molecular (figura 12) per mig de RMN de "l'Obtustatina", proteïna present en el verí de serp i interessants

Figura 12.- Estructura 3D domini Z Obtustatina

potencials aplicacions per a la hipertensió i com anticancerigen (35).

És important també fer menció de les aportacions de la RMN, per mig de l'anàlisis metabólic, en l'àrea clínica que poden resumir-se en: diagnóstic de lesions tumorals (cervell, próstata, fege,..); neurodegeneratives (esclerósis múltiple, Alzheimer, demències, Parkinson,..), sicològiques i psiquiàtriques (esquizofrènia, autisme, desenroll cognitiu,...), entre atres, que s'ha vingut desenrollant des de fa casi 30 anys en colaboració en el Dr. Luis Martí, cap de diagnòstic per image del Hospital La Fe, i també apojats per dos projectes europeus. eTUMOUR (36), en el que vaig ser coordinador general, i Healthagents, a on han estat implicats més de 30 grups d'investigació i clínics de més de 15 països d'Europa i Sudamérica.

12.-Conclusions

Per les seues singulars i diferents propietats, els materials polimèrics ocupen un lloc molt rellevant en la nostra vida quotidiana, més encara, formen part directa de la nostra constitució, proteïnes, ADN i polisacàrits. La característica fonamental dels materials polimèrics és el seu elevat tamany, conseqüència del procés d'enllaços químics progresius i continuats de chicotetes molècules, monòmers, fins obtindre una macromolècula. Les grans dimensions dels materials polimèrics són les que els proporcionen les seues peculiars propietats com a materials, entre elles elasticitat, flexibilitat, maleabilitat. Els polímers es poden classificar, segons les seues propietats com a materials, en: plàstics, fibres, elastòmers o caucho, pintures i adhesius, als que caldria afegir les macromolècules biològiques, en unes peculiarietats estructurals significatives. Els processos de transformació, injecció, extrusió i termoformat, dels polímers juguen un paper molt important en la obtenció de les seues característiques finals com materials.

Precisament una de les propietats més valioses dels polímers, la seua estabilitat química dona lloc a un procés de degradació molt llarc i per tant a la necessitat de reciclat, ya siga per: descomposició química o mecánica, per a la seua reutilisació, o per combustió, per a la recuperació de l'energia usada en la seua producció. Per atra banda, els microplàstics s´han convertit, en els últims temps, en el problema de contaminació de més actualitat dels polímers, sent, especialmente, les fibres naturals (cotó i seda) les que es troben en major concentració en la mar,

Els polímers han estat presents des de casi el principi de l'història de l'humanitat, a través de les macromolècules naturals, com la resina d'àmbar, caucho, cotó, pell, entre atres. No obstant això, la producció indústrial i massiva dels materials polimèrics no es produïx fins als primers decenis del sigle XX quan es descobrix la seua composició i estructura. Des de llavors, els polímers, en particular, els plàstics, s'han introduit de forma definitiva pràcticament en totes les àrees de la nostra vida: transport, construcció, teixits, calcer, envasos, electrònica, aïllaments i medicina, a modo d'eixemple. Per lo tant, podrien definir els últims cent anys com la "Edat del Plàstic".

La producció mundial de materials polimèrics ha creixcut de forma continuada durant els ultims vint anys, per eixemple, fins als 400 millons de tonellades de plàstics i 70 millons de tonellades de fibres. Molt interessant és el fet de l'increment de materials plàstics reciclats en Europa, en particular els usats en la producció de

nous plàstics. Esta situació no és la mateixa que en el restant del món, llevat USA, a on el reciclat dels plàstics encara és molt reduït. El reciclat de les fibres i dels elastòmers resulta més complicat per la mescla de components que dificulta la reutilisació adecuada.

Els materials polimèrics han jugat i juguen un paper molt important en l'economia i desenroll de la societat de la Comunitat Valenciana. Concretament, les industries del joguet, el calcer i el textil han modificat l'entorn social de diferents regions del nostre Regne, demostrant el caràcter mamprenedor del Poble Valencià. Cal insistir en que el joguet, calcer i textil de la Comunitat Valenciana representen la majoria de les empreses, de la producció i de l'exportació en el estat espayol. La producció del joguet es va iniciar en la Foya de Castalla, en especial en Ibi, a partir de l'iniciativa de una família i de la coincidència de diversos factors económics i socials i va implicar canvis importants socials, productius i de comunicació en tota la regió. Idèntiques conclusions es poden traslladar a les industries del calcer i del textil. En l'àrea de les fibres, mereix la pena, fer menció de la seda per la seua importància des del sigle VIII fins al XIX, i inclós en el XX, en l'evolució de l'economia i transformació social i urbana del Cap i Casal.

Finalment, seria convenient també considerar la determinació de l'estructura tridimensional i dinàmica de biopolímers i les seues interaccions com una contribució tant al coneiximent básic en bioquímica com a les potencials aplicacions de les macromolècules biològiques a biomedicina, medicina i farmacologia.

Per lo tant, els materials polimèrics són uns dels principals protagonistes de l'evolució de l'humanitat en els últims 80 anys, en implicacions especials en l'economia i desenroll social de la nostra Pàtria Valenciana.

Moltes gràcies per la seua presència i atenció

Bernardo Celda Muñoz
Acadèmic Electe de la
Real Acadèmia de Cultura Valenciana

13.- Bibliografia I Referencies

1) Protein Data Bank (https://www.rcsb.org/)

2) How the World Really Works, Vaclav Smil, Penguins Books, 2022

3) Luis Alonso (2015-06). «Sanger. Nobel por la secuencia de proteïnas, Nobel por la secuencia nucleotídica». Investigación y Ciència. Consultado el 19 de enero de 2023.

4) Jácome A. (2020). «El descubrimiento de la insulina». Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo Distribuna Editorial Médica; 2020. p. 1-10

(5) H.G.Elies "Macromolecules: Volume 1: Structure and Properties", 1984

(6) J.M.G. Cowie, "Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials", 1991.

7) P. Sharpe, "Making plastics: from monomer to polymer" CEP September (2015)

8) M.W. Ryberg y col. Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Enviroment (Paris: UNEP, 2018)

9) Young, R. J. Introduction to Polymers 1987. Chapman & Hall ISBN 0-412-22170-5.

10) Alberts, Bruce I col. Molecular Biology of the Cell, 2008, Garland Science, ISBN 978-0-8153-4105-5.

11) Cellulose. (2008). In Encyclopædia Britannica. Retrieved March 22, 2009, from Encyclopædia Britannica Online.

12) Greve, Heinz-Hermann: "Rubber, 2. Natural" in Ullmann's Encyclopedia of Indústrial Chemistry, 2000, Wiley-VCH, Weinheim. doi 10.1002/14356007.a23_225

13) R. Geyer i colaboradors [Science Advances 3, i1700782 (2017)].

14) Jenna R. Jambeck i colaboradors [Science 347, 768-771 (2015)]

15) L.C.M. Lebreton i colaboradors [Nature Communications 8, 15611 (2017)]

16) S.A Carr, Integr Environ Asses Manag 13, 466 (2017)

17) Plastics Europe, PLASTICOS-SITUACION-Octubre 2022-esp (plasticseurope.org)

18) International Wool Textile Organization, Annual Report 2023, (https://iwto.org)

19) Textile Exchange, Annual Report 2023 (https://textileexchange.org/)

20) Artícul Parlament Europeu 12-02-2024 - 11:58 20201208STO93327

21) AITEX Memorial Anual 2023 (https://www.aitex.es/reciclajetextil/)

22) Ceresana, Plásticos; 24-1-2022

23) Anales RACV, 2009, Benito Vidal, Mª P.: *El ayer y el hoy de la seda en Valencia*.

24) Libro del comercio de la seda en el Siglo XVIII, José Gascó, Pilar Espona (Eds.)

25) La Indústria del Juguete en IBI 1900-1942, publicaciones Universidad de Alicante 1997

26) Associació Espanyola de Fabricants de Joguets. Resum Anual 2023

27) Máster Materiales de envases, R. Gavara (2023).

28) Celda B., i col. and Wuthrich, K. Biochemistry. 1989 Feb 21;28(4):1462-71

29) Celda B,, i col. Anales de Química, Serie C, 87, 915-925, 1991

30) D. Monleon, V. Esteve and B. Celda, Biochem. Biophys Res. Com. 2003 Mar 28;303(1)

31) A. Donaire, i col, i B. Celda Inorgan Chim Acta, 275-276, 73, 1998

32) M. Tashiro, I col. B Celda J Mol Biol. 1997 Oct 3;272(4):573-90

33) Yu-Chin Li, B. Celda and G.T. Montelione, Protein Science, 4, Sup 1, 100, 1995

34) B. Celda i col, Biopolymers. 2001 Aug;59(2):110-9. (portada de la revista)

35) M.P. Moreno-Murciano, i col., B. Celda, J Mol Biol. 2003 May 23;329(1):135-45.

36) "Web server-accessible decision support system for brain tumours MR diagnosis (eTUMOUR)". Integrated project.European Union Call FP6-2002-LIFESCIHEALTH 503094. 2004-2009.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO

PROF. JOSÉ F. BALLESTER-OLMOS Y ANGUÍS

Excmo. Sr. Decano.
Excmos. e Ilmos. Sras. y Sres. Académicos.
Distinguidas autoridades.
Sras. y Sres.

Es para mí un gran honor, un privilegio y a la vez una enorme satisfacción contestar al espléndido discurso de ingreso del Profesor Dr. Bernardo Celda, a quien acogemos hoy como nuevo miembro de Número de la Real Academia de Cultura Valenciana para ocupar la vacante dejada tras el sentido fallecimiento del Excmo. Sr. D. don Nassio Bayarri Lluch.

Cumplo así con la encomienda de la Junta de Gobierno de esta Real institución; un encargo que se convierte en una grata labor merced a los fuertes lazos de amistad y comunes anhelos que me unen al recipiendario.

Hoy es un día especialmente grato para nuestra Real Academia, porque al recibir como miembro suyo de pleno derecho al Dr. Bernardo Celda, se transmiten al palmarés de la Real Academia los grandes méritos que el nuevo Académico de Número reúne y que, hombre siempre discreto- ha venido minimizando en su comportamiento diario.

Los químicos se mueven en el ámbito del angstrom, en unas dimensiones pequeñísimas del orden de 10^{-8} cm., y se las tienen que ver día a día con átomos invisibles y moléculas intangibles, pero esenciales. Y si es así en lo intelectual, en lo material, los químicos gustan de sentirse con frecuencia, como dijo el alquimista Becker, "*miembros de esa extraña clase de mortales que viven movidos a buscar su placer entre el humo y los vapores, el hollín y la llama, los venenos y la pobreza", y viven así tan dulcemente que morirían antes de cambiarse por el rey de Persia*".

La frase quizás más significativa en los textos científicos del Prof. Jean-Marie Lehn, Premio Nobel de Química de 1987, es "*La química más allá de las moléculas...*". Y es esa visión de lo que puede haber "más allá", lo que ha hecho que el trabajo científico del Prof. Celda, nuestro nuevo Académico, tenga la trascendental

proyección que ha conseguido y que termine influenciando y siendo una referencia en ámbitos no sólo de la Química, sino que se proyecta en áreas tan relevantes como la biología, la medicina y en estos momentos campos tan actuales como la nanomedicina.

No voy aquí a realizar el tedioso ejercicio de justificar la transcendencia científica de las aportaciones del Prof. Celda acudiendo a los indicadores a los que nos tienen acostumbrados, y sobre los que los investigadores somos capaces de tomar visiones de referencia. Son números innecesarios en esta ocasión y a los que cualquiera de nosotros puede acceder fácilmente con una simple consulta en Internet. Eso sí, aviso a los interesados en el perfil académico del Profesor que se encontrarán con cifras apabullantes.

Señoras y señores: siguiendo los dictados que marcan los Estatutos de la Real Academia de Cultura Valenciana, tres Académicos de Número tuvimos el honor de presentar la propuesta para que esta Real Academia invitase al Dr. Celda a su ingreso en ella. Conocíamos los altos méritos científicos del candidato, cuyo *curriculum vitae* fue estudiado en la Junta de Gobierno de esta Real institución y, más tarde, se puso a revisión de los Académicos en tres sesiones sucesivas, como es preceptivo hacer con anterioridad a la votación secreta de la Junta General de la Real Academia.

Don Bernardo Celda Muñoz nació en Valencia, se licenció en Ciencias Químicas en la Universitat de Valencia y muy pronto accedió a la plaza de Profesor Ayudante en el Departamento de Química Física de nuestra Universidad. En 1984 obtuvo el grado de Doctor con la calificación de Sobresaliente cum laude y, a continuación, en 1985 y 1986 hizo una estancia postdoctoral en el Instituto de Biofísica de la Universidad Politécnica Federal de Zúrich bajo la dirección de quien sería su maestro, el Profesor Kurt Wüthrich, Premio Nobel de Química 2002, y el profesor Richard Ernst, Premio Nobel de Química 1991, con quienes estuvo trabajando en el estudio de la estructura de ADN y complejos ADN/fármacos mediante Resonancia Magnética Nuclear.

Como este nombre aparece algunas veces en los parlamentos de esta tarde, he de decirles que la Resonancia Magnética Nuclear es una compleja metodología que incluye un conjunto de técnicas capaces de llevar a cabo el reconocimiento molecular descifrando el lenguaje atómico que se pone en juego entre las moléculas que componen los seres vivos y que influyen en su organización y funcionamiento.

Durante mucho tiempo se había aceptado la creencia de que las proteínas eran unos cuerpos rígidos y que sus átomos permanecían en posiciones fijas durante la mayoría del tiempo. Los procesos de reconocimiento molecular se describían desde un punto de vista estático para las interacciones enzima-sustrato. Sin embargo, hoy en día queda fuera de toda duda el hecho de que los átomos de una molécula, desde el átomo de hidrógeno a la proteína más gigantesca, están en incesante movimiento a temperatura ambiente. Este avanzado campo de la ciencia llevó al Dr. Celda en 1988 a trabajar como investigador asociado en el Institute of Science and Technology de la Universidad de Michigan, donde estudió la estructura y dinámica de las proteínas mediante Resonancia Magnética Nuclear.

En el año 1988 nuestro nuevo académico recibió el nombramiento de Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Química Física de la Universidad de Valencia, en 1991 fue Profesor Visitante en el "Center for Advanced Biotechnology and Medicine (CABM)" de la Rutgers University de New Jersey y tres años después fue Profesor Asociado Visitante del mencionado centro universitario americano.

En 2002 el Dr. Celda accedió a la cátedra de Química Física del Departamento homónimo de la Universidad de Valencia en el que, desde los inicios de su carrera profesoral, ha impartido docencia durante más de 45 años en la licenciatura y grados de distintas facultades, como Químicas, Biológicas, Bioquímica, Ciencias Ambientales, Ingeniería Química y Farmacia, explicando la mayoría de las asignaturas asignadas al Departamento de Química Física.

La capacidad docente de nuestro nuevo Académico numerario se ha extendido mucho más allá de su puesto como profesor en la Universitat de Valencia, ya que, como he señalado, ha venido siendo profesor visitante en universidades extranjeras, al tiempo que su compromiso con la divulgación científica también queda patente por su pertenencia a comités editoriales y a importantes asociaciones científicas, y se ha concretado en su participación en innumerables congresos y reuniones científicas en donde su magisterio ha quedado siempre patente de manera directa y clara.

Su docencia, aunque en gran medida la realizó en castellano y en inglés, el profesor Celda ha impartido numerosos cursos en valenciano.

Inicialmente, su labor investigadora se dedicó al estudio de sistemas ternarios solvente-solvente-polímero, pero la estancia posdoctoral en el laboratorio del Profesor Wüthrich en la Universidad Politécnica Federal de Zúrich durante 1985 y 1986 produjo un cambio importante en la orientación de las líneas de investigación del Dr. Celda al introducir la determinación estructural tridimensional de biopolímeros desde la perspectiva del desarrollo de la Resonancia Magnética Nuclear multidimensional, lo que traía consigo una gran potencialidad en aplicaciones biomédicas, lo cual se reflejó en numerosas publicaciones en revistas internacionales de alto índice de impacto científico.

El trabajo de Celda con Wüthrich, que más tarde recibiría el Premio Nobel, marcó un hito en la trayectoria científica de nuestro Académico al establecer en sus trabajos objetivos en el campo de la biomedicina. Y es que la química, como toda ciencia, pretende comprender su parcela del mundo; pero no solo comprender, procura sobre todo transformar y mejorar. Y en esto yo creo que la química y la medicina comparten objetivo.

No en vano, y sirva como ejemplo, son dos médicos, Peter Agre y Roderick Mac Kinnon, obtuvieron el Premio Nobel de Química en 2003 por sus descubrimientos sobre la estructura proteica de los canales iónicos y del agua en la membrana celular.

Por su parte, en el mismo año 2003 se concedió el Nobel de Medicina a un químico, Paul Lauterbur, por haber desarrollado las técnicas de detección y diagnóstico médico por resonancia magnética nuclear.

Dado que todos los procesos que tienen lugar en la naturaleza se pueden explicar mediante la física y la química, la medicina ha bebido mucho de estas disciplinas para entender por qué suceden determinados cambios en un organismo y cómo evitarlos o provocarlos. Así, con el paso del tiempo, se han generado importantes avances, tanto en la terapéutica (quimioterapia, radioterapia, cirugía con láser...) como en el diagnóstico (radiografías, imágenes por resonancia magnética, radiofármacos para localizar tumores, uso de ultrasonidos para estudiar flujos sanguíneos...).

La medicina es seguramente la gran beneficiaria de los buenos logros de la química, y, aunque la investigación en química orgánica con fines médicos no tiene

mucho más de un siglo, de hecho, la química y la Medicina han establecido una de las más fructíferas simbiosis de la ciencia. Esa interacción es, tal vez entre todos, el cruce de Ciencias que más ha dado al bienestar humano, sin embargo, es un territorio esencialmente desconocido más allá de los químicos y los profesionales de la salud, de ahí la importancia de la incorporación del Prof. Dr. Celda al elenco de científicos de distintas áreas del conocimiento que conforman la Real Academia de Cultura Valenciana.

A partir de estos estudios las investigaciones de Celda se dirigieron a la aplicación de la espectroscopia de resonancia magnética nuclear al uso clínico, abriendo con ellas un esperanzador horizonte hacia el estudio diagnóstico de la esclerosis múltiple, el Alzheimer, las demencias comunes, la esquizofrenia, las lesiones en próstata y hígado, y tumores en el sistema nervioso central, entre otras patologías, lo que dio lugar a publicaciones del Prof. Celda con interés internacional.

La labor científica del doctor Celda se centró también en el desarrollo de las aplicaciones de la metabolómica a biomedicina y clínica, y éste ha sido uno de los campos donde ha aplicado un gran esfuerzo durante los últimos años, publicando sus resultados en artículos de revistas con elevado índice de impacto.

La metabolómica es el estudio científico de los metabolitos: unas moléculas pequeñas que se producen cuando el cuerpo descompone los alimentos, los medicamentos, las sustancias químicas o su propio tejido, y se pueden medir en la sangre, la orina y otros líquidos del cuerpo.

Las enfermedades, la alimentación, los medicamentos y las sustancias químicas pueden afectar la forma en que se elaboran los metabolitos y se usan en el cuerpo, por lo que, el estudio de los metabolitos presentes en las células y los tejidos puede ayudar a encontrar nuevas formas de diagnosticar y tratar las enfermedades, como el cáncer, y el Dr. Celda ha estudiado su aplicación a los tumores cerebrales, hepáticos y colo-rectales

También es de destacar el trabajo del Dr. Celda en la aplicación de la genómica y otras técnicas ómicas y la implementación de la resonancia magnética nuclear en el estudio del diagnóstico y pronóstico de tumores cerebrales. Y así mismo es de especial interés la labor científica de nuestro nuevo Académico en el desarrollo de la microscopía de resonancia magnética nuclear como otra de las

contribuciones singulares al estudio de diferentes patologías, entre ellas las tumorales.

El Dr. Celda ha realizado también una extensísima labor de transferencia de tecnología a empresas y administraciones públicas que ha desarrollado durante 35 años, trabajando en temas como la colinesterasa como agente causante de las neuropatías, el abordaje integral de la enfermedad de Alzheimer, y el desafío integral del cáncer de mama.

Pero permítanme poner también en su justa medida la relación e implicaciones de este químico valenciano con nuestra Universidad: El Prof. Bernardo Celda es un docente; y a esta labor ha dedicado gran parte de su actividad profesional. Lejos del tópico más clásico en que se sitúa al científico como una persona encerrada en su laboratorio, el Prof. Celda ha regido su vida por la consigna de que la ciencia, el conocimiento científico, es imprescindible que se transmita en los ámbitos universitarios, como una necesaria contribución del mero ejercicio científico.

La formación de estudiantes, doctorandos e investigadores post-doctorales ha sido siempre un compromiso particular que Don Bernardo ha ejercido con suma dedicación. Fruto de este magisterio es el elevado número de Doctores formados bajo su dirección y de investigadores post-doctorales que se han beneficiado del tutelaje y la maestría del Prof. Celda, y que a día de hoy forman parte ya del claustro de Profesores de prestigiosas Universidades y que dirigen los grupos de investigación punteros en centros e institutos de investigación relevantes.

Efectivamente, su natural forma de ser ha sido el mejor catalizador para impulsar la pasión que surge en Bernardo desde sus años mozos y que ha seducido a un buen número de investigadores que descubren en él una fe a ultranza en la investigación bien hecha.

Creo necesario resaltar este compromiso personal del Prof. Celda, y más en un foro académico de excelencia como es la Real Academia de Cultura Valenciana, donde el estudio y expansión del conocimiento constituyen históricamente los pilares que sustentan la actividad académica.

Es necesario resaltar que la investigación científica y la docencia son necesariamente una consecuencia de la otra. Y, de hecho, un destacadísimo ejemplo

de esta interpretación de la labor del Profesor Universitario lo tenemos hoy aquí, en este salón, en la figura del Prof. Celda, en quien una investigación del más alto nivel científico se compagina con el desarrollo de la docencia en cada uno de sus niveles correspondientes. Su modo de hacer revela la esencia de un investigador interesado por la Ciencia que ha renunciado a otras responsabilidades académicas o profesionales por su fidelidad a la vocación docente e investigadora.

Si hubiera que definir profesionalmente al Prof. Celda habría que decir que se trata de un científico apasionado. Los que amamos la investigación sabemos bien que para dedicarse a ella hace falta, sobre todo, una constancia en el trabajo y un esfuerzo diario sin los cuales ningún avance científico sería posible. Quienes conocemos a Bernardo sabemos que posee de sobra estas virtudes, así como una extraordinaria determinación. Pero, además, presenta una cualidad fundamental en investigación: la intuición. Como consecuencia de todo ello, el Prof. Celda siempre ha estado en la frontera del conocimiento de aquellas áreas de la ciencia a las que se ha dedicado.

D. Bernardo Celda se jubiló como profesor en 2023, año en que fue nombrado Catedrático Honorario de la Universidad de Valencia, dejando creada una brillante escuela y una ingente y rica estela de méritos en los que destaca la calidad y altura de su labor científica y el gran valor de las aplicaciones tecnológicas de sus resultados.

Quien hoy recibe la medalla de Académico Numerario pasaba a la jubilación con un gigantesco legado de 200 publicaciones científicas fruto de sus investigaciones, incluyendo artículos en revistas internacionales y nacionales, libros y capítulos de libros que han tenido un enorme poder multiplicador internacionalmente en su campo de la ciencia, ya que el número de citas contabilizadas de sus trabajos asciende a más de 4.600, lo que equivale a un índice h superior a 40.

¿Qué necesita un intelectual, un investigador, para poder conseguir todo este bagaje? Yo creo que se necesita tiempo, serenidad, y perspectiva, circunstancias que conducen a la inteligencia, al poso, y al sedimento. Pero también se necesita tener la mente amplia, el espíritu abierto, y ser capaz de salir de las propias fronteras, no sólo geográficas, sino de capacidad de captación. Para ello él ha conocido nuevas personas, nuevos ambientes y nuevas tendencias. Ha sido capaz de salir al exterior,

no sólo para aprender, sino también para trasmitir. De ahí su asistencia a numerosos Congresos (nacionales e internacionales), y su capacidad de organización de simposios, jornadas, etc. Es evidente, por tanto, que como investigador le hayan sido concedidos los ansiados por muchos profesores, tramos de investigación.

El nuevo académico llega a la Academia en plenitud y bien dispuesto a compartir nuestras tareas académicas en las que colaborará eficazmente sirviendo los altos fines que justifican la existencia y actividad de esta corporación. Es por ello que un servidor, con la venia del Excmo. Sr. Decano y en nombre de esta Real Academia de Cultura Valenciana, tiene el honor y el gusto de darle la bienvenida, testimoniándole el afecto con que se le recibe y las esperanzas bien fundadas de que su labor honrará siempre a ésta Institución que desea cumplir su histórica y ya secular misión cultural al servicio de Valencia.

Para ello la Real Academia cuenta desde hoy con la valiosa y muy estimada colaboración del nuevo miembro numerario que es un paladín del valencianismo que desde sus años mozos se ha batido el cobre en numerosos ámbitos de la acción intelectual defensora de las señas de identidad valencianas. En efecto, Bernardo Celda es socio de Lo Rat Penat desde hace más de 30 años, es miembro del Patronato de la Real Academia de Cultura Valenciana, es el Lloctinent General de l'Insigne Capítul de l'Almoina de Sant Jordi de Cavallers del Centenar de la Ploma, es Caballero del Santo Cáliz, Socio del Ateneo Mercantil de Valencia y miembro corporativo de la Real Sociedad Valenciana de Agricultura y Deportes.

Y acabo mi parlamento acreditando ante Vds. que en el Prof. Dr. Bernardo Celda la palabra Fe cobra su más auténtico valor, porque su vida y su voluntad están unidas al asentimiento firme de las verdades eternas. Por eso, las lealtades de D. Bernardo se han convertido realmente en fidelidades, y merced a su ejemplo cotidiano y al de su esposa Dña. Mª José Palacios Zaragozá, se ha creado en sus dos hijos Manolo y Mar, y sus cuatro nietos fidelidad a Dios y amor a nuestra tierra.

Muchas gracias por su atención

ESTE LLIBRE ES VA ACABAR

D'IMPRIMIR EL DIA

9 D'ABRIL DE 2024

EN L'IMPRENTA NÁCHER

DE LA CIUTAT DE VALÉNCIA

REAL ACADÈMIA DE
CULTURA VALENCIANA